

CM 2006 l'électronique hors-jeu

La FIFA et la RFID : encore un gros ?

Les virus menacent les puces RFID

Les passeports RFID, plus sûrs ?

À faire

- Émetteur test stéréo
- Détecteur de court-circuit SF
- Contrôleur de câbles réseau

Test de 10 Scopemètres

Le prix, synonyme de qualité ?



L 19624 - 336 - F : 5,95 €



La RFID ! Notre futur antérieur ?

Le hasard fait bien les choses 8-))) , nous avions prévu comme thèmes de ce numéro de juin 2006, la *technologie RFID* et la *mesure* et que décide la FIFA ? De doter les tickets de la Coupe du Monde de Football d'une puce RFID. Soyons honnêtes, nous le savions déjà. Un coup d'oeil au sommaire de ce numéro et à son contenu suffira à vous convaincre que nous avons respecté notre contrat. Près de 60% de l'espace rédactionnel est consacré à ces 2 thèmes. Il est très peu probable que vous fassiez partie de ceux qui ont pu obtenir un ticket pour la Coupe du Monde de Foot 2006, raison de plus de lire l'article *Football High-Tech* qui vous dévoilera les derniers bruits de coursive sur les technologies utilisées. Les *e-pas-seports* sont l'une des dernières conquêtes (victimes) de la RFID, une technologie à puce venant remplacer les codes à barres introduits il y a quelques années à peine à grand renfort de scanners en tous genres. Un dernier article, *RFID & sécurité* fait le point sur la situation délicate dans laquelle se trouve RFID face aux attaques potentielles de virus. Les premiers ont été testés...

Le second thème sur lequel repose ce numéro est celui de la *Mesure*. Nous avons pensé qu'il était intéressant de faire un petit test comparatif de quelques *Scopemètres* du marché. Nous en avons examiné 10 de manière à pouvoir nous faire une idée de ce qui existe et ainsi vous donner quelques repères utiles lors d'un achat éventuel. Nous vous proposons ensuite une triplète d'instruments de mesure allant d'un *détecteur de court-circuit sans fil* à un *émetteur de test stéréo* en passant par un *contrôleur de câbles réseau*. De quoi donner envie de réaliser à différentes catégories de lecteurs, du dépanneur occasionnel au responsable de réseaux informatiques en passant par le radioamateur.

Les habitués d'Elektor retrouvent les différentes séries d'articles démarrées en début d'année, le *cours FPGA*, *Moddez avec Jeroen* qui cette fois utilise une cartouche d'imprimante à jet d'encre à une toute autre fin que celle à laquelle elle est destinée à l'origine... Nous n'allons pas tout vous dévoiler ici..., la mise en oeuvre de *E-blocks*, et bien sûr notre *Hexadoku* qui nous permet de recevoir plus de courriers féminins que jamais auparavant...

Puisque nous en sommes à parler du futur, n'oubliez pas que d'ici un mois vous pourrez vous attaquer à notre numéro double d'été.

Guy Raedersdorf
Rédacteur en chef

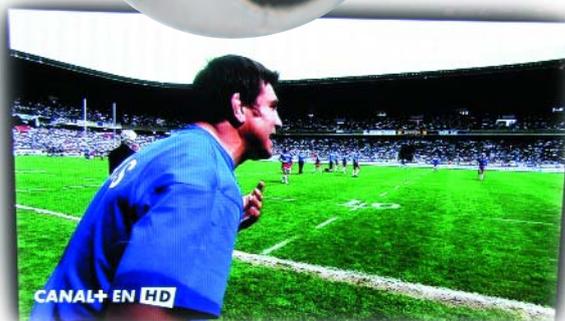
30 Tout en main

L'objectif primaire d'un scopemètre est d'être mobile. Comme les oscilloscopes USB, nombre d'entre eux sont des instruments de mesure multifonctions. S'il en existe quelques-uns qui sont de purs oscillos, la plupart peut également faire office, par exemple, de multimètre ou d'analyseur FFT. Nous allons vous en présenter quelques-uns.



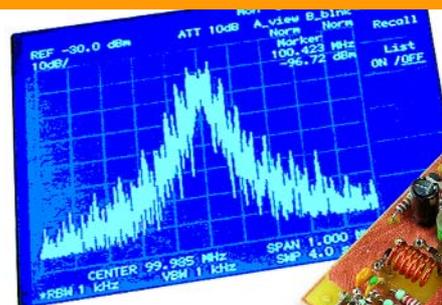
16 Football Hi-Tech

La Coupe du Monde de Football constitue le podium idéal pour la présentation au public le plus nombreux de la télévision à Haute Définition (TVHD). C'est aussi la première fois, pour un événement international de cette envergure, que les tickets sont dotés de puces RFID. La balle à puce, ça c'est pour plus tard ! Intéressons-nous au rôle de l'électronique dans cette opération multi-média(tique).



52 Émetteur test stéréo

Ce petit projet de générateur réserve des surprises : son circuit raffiné engendre un sinus à très faible distorsion harmonique, un signal intermédiaire multiplexé et un signal stéréo FM..





théorie

- 28** RFID & sécurité
Les virus menacent-ils les étiquettes RFID ?

pratique

- 40** Cherchez l'erreur
46 Contrôleur de câbles réseaux
52 Émetteur test stéréo
58 Cours de FPGA – 3^e partie :
coeurs et systèmes enfouis
64 Cartouche d'inkjet
en tampon électronique
69 Secrets du concepteur

technologie

- 16** Football Hi-Tech
22 Passeport à puce
70 E-blocks et protocole X10
76 Bruits de labo – Masse en étoile

info & marché

- 6** Ours
8 Courrier
12 Infos & Actualités
30 Scopemètres – Tout en main
79 Aides à la réalisation
84 Avant-première de
Juillet/Août

récréation

- 9** Projets de lecteur
51 Rétronique
Elektroscope (1976/1977)
75 Hexadoku



22 Passeport à puce

Les nouveaux e-passeports introduits dans différents pays européens sont équipés d'une étiquette RFID permettant aux services de surveillance des frontières de vous connaître sous toutes les coutures. Il est espérer qu'il n'y ait pas d'oreille indiscreète dans les parages...

29^{ème} année, N° 336
juin 2006

ISSN 0181-7450

Commission paritaire N° 1004U8313

ELEKTOR / SEGMENT B.V.

c/o Regus Roissy CDG

1, rue de la Haye • BP 12910

95731 Roissy CDG Cedex

Tél. : (+33) 01.49.19.26.19

Fax : (+33) 01.49.19.22.37

Internet : www.elektor.fr

Numéro de compte : 002-007-69-901

IBAN : FR76 1873 9000 0100 2007 6990 192

BIC : ABNAFRPP

Monnaie : Euro

Branche ABN AMRO : Paris, France

Elektor désire être une source d'inspiration pour ses lecteurs, les intéresser à l'électronique, par la description de projets à faire soi-même, et les tenir au courant des développements en électronique et en micro-informatique.

Elektor paraît 11 fois, le numéro de juillet/août est un numéro double.

Il existe, sous le nom Elektor, des éditions anglaises, allemande et française, et sous celui d'Elektuur, une édition néerlandaise. Elektor est vendu dans plus de 50 pays.

Conformément à la loi "Informatique et Liberté", vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification des données vous concernant. Sauf refus écrit de votre part auprès du service abonnement, ces informations pourront être utilisées par des tiers.

Rédacteur en chef international :
Mat Heffels

Rédacteur en chef France :
Guy Raedersdorf
(redaction@elektor.fr)

Rédactions :
Harry Baggen, Thijs Beckers,
Jan Buiting, Ernst Krempelsauer,
Jens Nickel

Secrétariat de rédaction :
Hedwig Henneken

Rédaction technique :
Karel Walraven (concepteur)
Ton Giesberts (concepteur)
Paul Goossens (concepteur)
Luc Lemmens (concepteur)

Maquette et graphisme :
Ton Gulikers, Giel Dols

Directeur/éditeur :
Paul Snakkers

Responsable du marketing :
Carlo van Nistelrooy

Responsable des ventes :
Margriet Debeij

Administration des ventes :
(ventes@elektor.fr)

Publicité :
SL Régie - Sophie Lallonder
Tél : 01.53.41.07.55
Fax : 01.42.52.20.80
E-mail : sophie.lallonder@wanadoo.fr

Abonnements Suisse :
Sono Light Import
Champs-Montants 16b
CH-2074-Marin-Epagnier
Tél : 032-710.16.60
Fax : 032-710.16.63
E-mail : admin@sonolight.ch

DROITS D'AUTEUR :
© 2006 Segment B.V.
Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont

incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425). Certains circuits, dispositifs, composants, etc. décrits dans cette revue peuvent bénéficier de droits propres aux brevets; la Société éditrice n'accepte aucune responsabilité du fait de l'absence de mention à ce sujet. Conformément à l'art. 30 de la Loi sur les Brevets, les circuits et schémas publiés dans Elektor ne peuvent être réalisés que dans des buts privés ou scientifiques et non commerciaux. L'utilisation des schémas n'implique aucune responsabilité de la part de la Société éditrice. La Société éditrice n'est pas tenue de renvoyer des articles qui lui parviennent sans demande de sa part et qu'elle n'accepte pas pour publication. Si la Société éditrice accepte pour publication un article qui lui est envoyé, elle est en droit de l'amender et/ou de le faire amender à ses frais; la Société éditrice est de même en droit de traduire et/ou de faire traduire un article et de l'utiliser pour ses autres éditions et activités, contre la rémunération en usage chez elle.

Elektor est édité par Segment B.V.
Siège social : Peter Treckpoelstraat 2-4
6191 VK Beek (L), Pays-Bas
RC Heerlen, nr. 35306

Imprimé aux Pays-Bas par
hoontetijl - Zwolle

Distribué en France par M.L.P. et en
Belgique par A.M.P.

Il est possible de faire démarrer un abonnement à tout moment. Nous vous rappellerons en temps utile l'approche de la fin de votre abonnement. La méthode la plus rapide et la moins chère de vous abonner est de le faire par le biais de notre site Internet www.elektor.fr/abo, mais vous pouvez également le faire à l'aide du bon de commande se trouvant en fin de magazine.

Il est possible de commander d'anciens numéros dans la limite de leur disponibilité (cf. le bon de commande, leur prix est celui d'un numéro à l'unité).

Veuillez SVP nous fournir un changement d'adresse au moins 3 semaines auparavant en mentionnant votre numéro d'abonné (cf. le label accompagnant votre magazine), l'ancienne et la nouvelle adresse.

Le département Clients est accessible les jours ouvrables de 9h00 à 12h30 et de 13h00 à 16h30.

Si vous avez des questions concernant votre abonnement, vous pouvez appeler ce département au numéro 01.49.19.26.19

Pour le traitement de votre abonnement, Elektor vous demande des données personnelles. Conformément à la loi « Informatique et Liberté », vous bénéficiez d'un droit d'accès à ces données et vous pouvez en demander la rectification. Sauf refus écrit de votre part auprès du service Abonnement, ces informations pourront être utilisées par des tiers.

Prix au numéro

France	5,95 €
DOM Surface	7,00 €
DOM Avion	8,75 €
Belgique	6,55 €
Suisse	11,25 FS
Canada	8.35 \$Can

Abonnement d'un an standard

France	62,50 €
Belgique	68,90 €
Suisse	117 FS
DOM Surface	82 €
DOM Avion	107 €

Étudiant

France	50 €
Belgique	55,12 €

Abonnement de 2 ans standard

France	112,50 €
Belgique	124,02 €
Suisse	210,60 FS
DOM Surface	147,60 €
DOM Avion	192,60 €

Étudiant

France	90 €
Belgique	99,22 €

Abonnements

E-mail : abonnements@elektor.fr

Commandes/Ventes

E-mail : ventes@elektor.fr

Abonnement PLUS d'un an

France	72,45 €
Belgique	78,85 €
Suisse	139 FS
DOM Surface	91,95 €
DOM Avion	116,95 €

Étudiant

France	59,95 €
Belgique	65,07 €

Abonnement PLUS de 2 ans

France	132,40 €
Belgique	143,92 €
Suisse	254,60 FS
DOM Surface	167,50 €
DOM Avion	212,50 €

Étudiant

France	109,90 €
Belgique	119,12 €

Sous réserve de modification de prix.

Où trouver Elektor

Il y a désormais sur le site d'Elektor une page qui permet à nos lecteurs de trouver les points de vente d'Elektor en France métropolitaine à l'aide du code postal.

Il y en environ 4 750 :
www.elektor.fr/
 Default.aspx?tabid=123

Pour y accéder, il y a plusieurs liens :

dernière ligne de Plan du site :
www.elektor.fr/
 Default.aspx?tabid=110
 nouvelle FAQ :
www.elektor.fr/
 Default.aspx?tabid=45
 lien sur la page de l'ours :
www.elektor.fr/
 Default.aspx?tabid=60



Les seuls doutes que l'on peut avoir est en cas de différence entre le schéma et la liste des composants, auquel cas, dans 98% 8-)) des cas c'est le schéma qui a raison...

2) En ce qui concerne les SSR à snubber intégrés, nous les avons utilisés au cas où les éléments chauffants auraient une composante inductive (élé-

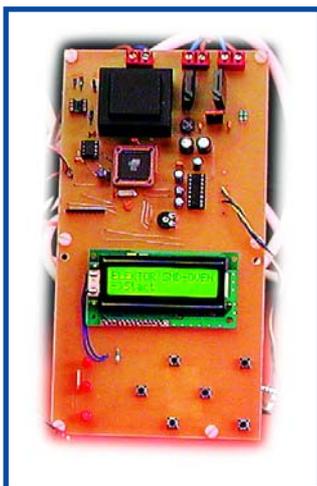
ments en spirale...)

Il ne saurait être question, me dit Mr Goossens, l'auteur de ce projet, d'ajouter une diode qui ne serait conductrice qu'à mi-temps et qui ne peut que poser des problèmes de fonctionnement. Un no-go cette diode m'a-t-il dit...

Normalement, si l'article publié dans le magazine (et donc celui présent sur le CD-ROM qui est une copie conforme de l'article publié dans le magazine) ne comporte pas le dessin des pistes, celui-ci doit être disponible, sauf erreur ou oubli de notre part, sur la page correspondant à l'article en question. Si donc vous cherchez le dessin des pistes de l'article Diffuseur téléphonique du numéro de février 2005, il vous suffit d'entrer le numéro de l'article (donné dans le bas du schéma, 030379) dans la fenêtre de recherche en haut à droite de la page d'accueil de notre site www.elektor.fr pour voir la page de l'article correspondant.

Vous devriez trouver à cet endroit une mention du genre Dessin(s) de PCB gratuit(s) (030379-PCB.pdf) qu'il vous suffit de cliquer pour ouvrir (sous le Reader d'Acrobat) ou télécharger...

S'il devait manquer un dessin de pistes absent de l'article sur notre site, n'hésitez pas à nous le faire savoir et nous remédieront à cet oubli.



Four à refusion

1) En me refaisant le typon du four à refusion (il tient sur une plaque europe - 160 x 100 simple face et n'a que 8 ponts de câblage) j'ai remarqué l'anomalie suivante :

Il y a une différence entre le schéma et le typon entre le connecteur du thermocouple et l'entrée du MAX6675. Le branchement correct devrait être + du thermocouple connecté sur T+ du MAX6675 (PIN 3 - CHROME) et - du thermocouple connecté sur T- du MAX6675 (PIN 2 - ALUMEL).

En outre on voit que le - du thermocouple est à la masse ce qui est conforme aux spé-

cifications de la doc de Maxim en page 4 du datasheet (tableau Pin Description) sauf que la PIN concernée doit être la numéro 2.

Alors qu'en règle générale c'est le schéma qui doit détenir la vérité ici c'est le typon qui semble correct.

2) Les modèles de SSR utilisés sont avec SNUBBER mais quelle en est la véritable utilité puisque la charge des éléments chauffants est presque exclusivement ohmique ? Mes éléments chauffants seront probablement 2 x 1100 W et je souhaite utiliser des modèles S216S02 (16 A rms et 600 V drn) sans SNUBBER mais je compte y ajouter en parallèle une diode TRANSIL 1.5KE350C (300 V rm 332 à 368 V br) Est-ce vraiment utile ?

Yves Masquelier

Vous avez parfaitement raison, le schéma comporte une erreur au niveau de K1. Le + du thermocouple doit être relié à l'entrée T+ de IC1, sa broche 3, la masse l'étant à T- (broche 2). Le dessin de platine est OK. Je dois vous démentir, quant à la bible faisant foi chez Elektor... Comme nous testons nos réalisations à platine, c'est dans 99% des cas la platine qui a raison.

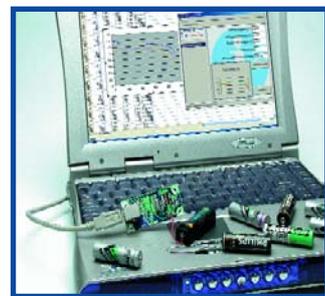
Où trouver les dessins de pistes absents sur le CD-ROM 2005

Bonjour, j'ai acheté le CD d'Elektor 2005, mais je n'arrive pas à trouver les dessins des circuits imprimés.

Merci de me donner la solution pour pouvoir les retrouver pour les imprimer. Sincères salutations.

Alain Ribes

Merci d'avoir posé cette question, elle nous permettra de donner une réponse générale à ce sujet.



Selfs du petit analyseur de piles/accus

Je me réfère à l'article petit analyseur de piles/accus de la page 58 du numéro d'avril. Pouvez-vous me dire où je peux trouver les inductances de Murata BLM21P221SG ou existe-t-il une alternative ? Merci.

Werner Kurzbauer

Digikey (www.digi-key.com) a ces composants en stock (mais ne les vend que par milliers. Il semblerait que ce type ait été remplacé par le BLM21PG221SN1, que l'on peut trouver, entre autres, chez Schuricht (www.schuricht.com).

Projets de lecteurs

Sous ce titre, nous avons l'intention de publier des projets intéressants proposés par l'un de nos lecteurs et que, pour une raison ou une autre (manque de place en particulier), nous avons décidé de ne pas reprendre, voire des idées de montages n'ayant pas encore été finalisés.

Téléphone nostalgique SF

J'ai lu avec grand plaisir l'article du mois de janvier intitulé « Téléphone antique en GSM » de janvier 2006. Le montage a cependant l'inconvénient de nécessiter plusieurs composants spéciaux, qu'il n'est peut-être pas évident de trouver. On peut utiliser, au lieu d'un module GSM qui n'est sans doute pas bon marché, un téléphone portable ordinaire. Les portables, exception faite ceux des toutes premières générations, possèdent une interface sérielle par le biais de laquelle il est possible de les commander à l'aide d'instructions AT. Les capsules de l'écouteur et du micro peuvent être branchées sous forme de combiné.

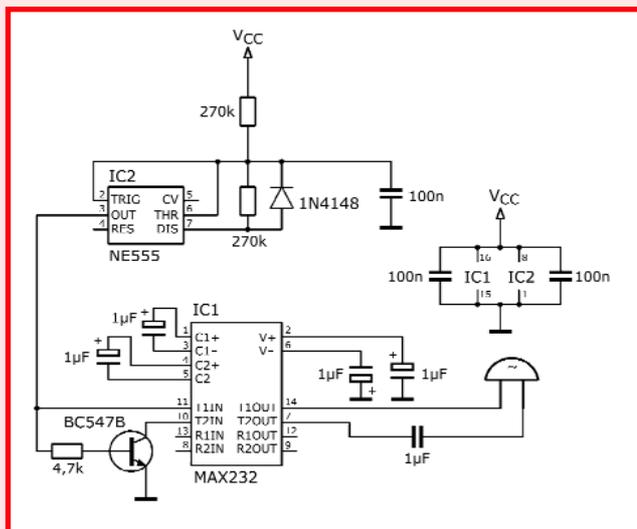
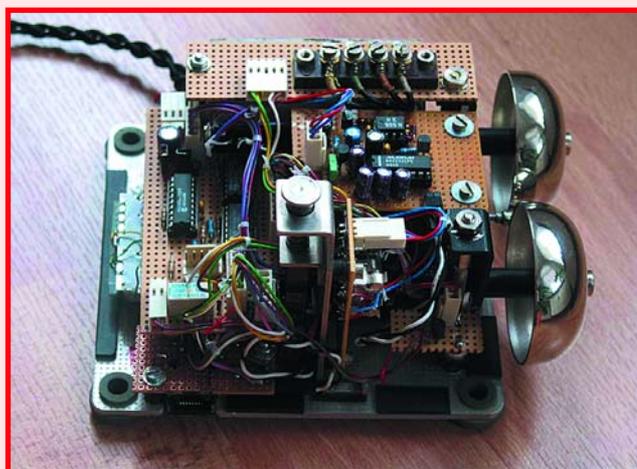
Lors de la conversion d'un vieux téléphone décrite ci-après, je me suis trouvé confronté au problème de piloter la sonnerie du téléphone, d'une façon ou d'une autre à l'aide de la tension de pile disponible. Comme mon tiroir de pièces de récupération ne cachait pas de convertisseur boost, j'ai tenté ma chance à l'aide du circuit ci-dessous, à base de NE555 et de MAX232.

La sonnerie du téléphone est connectée à la sortie RS-232 du MAX232, dont il existe à l'évidence également une variante 3,3 V. Le NE555 fournit à sa broche 3 un signal rectangulaire de 26 Hz environ, qui attaque directement l'une des entrées de commande du MAX232 et, après inversion par un transistor, sa seconde entrée de commande (les entrées de commande du MAX232 comportent des résistances pull-up internes).

Il naît ainsi entre les 2 sorties de commande une tension de quelque 25 à 30 V (à vide) dont la polarité ne cesse de changer. Elle suffit à permettre à la sonnerie de fonctionner correctement et fiablement. Je l'ai essayé sur tous mes vieux téléphones.

Ma variante du projet Elektor n'utilise pas de portable GSM mais repose sur le téléphone sans fil Gigaset 2010 de Siemens. Le cœur de l'électronique additionnelles est un PIC qui interprète les impulsions du numérateur du cadran, le décrochage et la remise du combiné sur la fourche, tout en coordonnant le basculement entre l'écouteur et le headset externe. Le microcontrôleur pilote une paire de multiplexeurs analogiques (4051 et 4052) qui se trouvent reliés directement à la matrice de touches du clavier de la platine du Gigaset simulant ainsi l'action sur les touches. Les chiffres du cadran remplissent une double fonction. Normalement ils correspondent aux touches numériques du téléphone sans fil. De plus, chaque chiffre constitue une touche spéciale (répétition de numéro, raccourcis, etc.). Pour passer dans ce second mode il faut, lors de l'entrée du numéro, maintenir simultanément le bouton rouge enfoncé. Dans ces conditions, il devient possible de commander le téléphone sans fil par le biais du cadran. La commande des touches « décrochage et raccrochage » se fait par le biais de la fourche ou encore par la fonction « touches spéciales » du cadran.

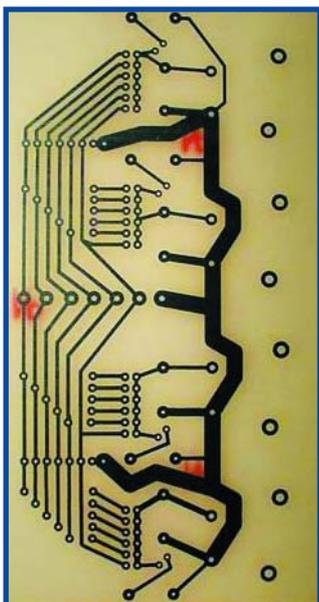
Sur le côté droit du téléphone (à l'opposé de l'embase de connexion) se trouve une embase RJ45. On peut y connecter un headset ou un chargeur.



Il faut au téléphone 4 piles ou accus mignon pour fonctionner, piles placées dans un compartiment disposé sur le fond du téléphone. L'électronique additionnelle ne requiert au repos (sonnerie non active et PIC en mode sommeil) que quelques mA de courant.

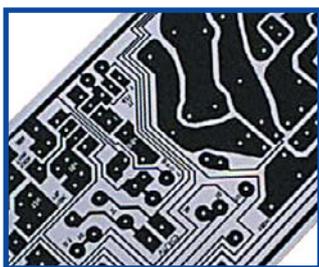
Markus Köchy

Il existe d'autres photos de ce téléphone sans fil antique à télécharger sur www.elektor.fr (magazine 05/06, titre « Courrier »).



Méthode du toner direct

Bonjour, je suis abonné depuis nombre d'années (1985 pour autant que je m'en souviens) et continue de trouver votre magazine intéressant et utile. J'ai cependant une suggestion concernant la fabrication des platines (PCB). N'habitant pas dans un pays où vous avez des points de vente, j'ai toujours de problèmes pour avoir vos circuits imprimés, les commandes à l'étranger étant loin d'être une sinécure dans mon pays (OK, il paraît que nous faisons partie de l'Europe, ce qui n'empêche pas que...).



Récemment, j'ai découvert une technologie de réalisation de mes propres PCB à la fois rapide et efficace : la technique de transfert de toner. Vous en avez peut-être déjà entendu parler. Voilà comment les choses se passent : on imprime le dessin de PCB sur du papier photo en utilisant une imprimante laser, transfère le toner vers la pla-

te de cuivre à l'aide d'un fer à repasser ou d'une plastifieuse, graver et voilà ! Il est vrai que le choix du bon papier est délicat, mais une fois que vous avez résolu cet aspect, il vous faut moins de 10 mn pour faire un PCB. Je pense que cette information pourrait intéresser d'autres lecteurs et pourquoi ne pas publier un article complet à ce sujet ? Un lien concernant cette méthode :

www.fullnet.com/u/tomg/gotoeepc.htm

Il y a également un groupe dédié sur Yahoo :

http://groups.yahoo.com/group/Homebrew_PCBs

Pour votre information !

Pavel Veider (Slovenie)

Merci Pavel pour cet E-mail intéressant que nous reproduisons avec plaisir dans ce numéro à l'intention d'autres lecteurs que le sujet ne manque pas d'intéresser et qui constituera, nous l'espérons, le premier de toute une série, faisant suite aux réactions du numéro de mai dont l'un des thèmes était tout ce qui avait trait aux circuits imprimés. IA vos E-mails !

Quartz et oscillateur à quartz

Je viens juste de me mettre aux microcontrôleurs et n'ai pas encore la moindre notion de leur programmation. Je ne veux pas voir trop grand au départ et aimerai réaliser quelques circuits de base. J'ai acheté à cet effet un ATmega8L-8PI, quelques accessoires et trouvé les schémas dont j'avais besoin. J'aimerais bien tout comprendre, ce qui m'amène à me (à vous) poser quelques questions : Pourquoi, selon le schéma concerné, un oscillateur à quartz est-il une fois connecté uniquement à XTAL1 et d'autres à XTAL1 et XTAL2 ? On y utilise, ou pas, de façon toute aléatoire me semble-t-il, des condensateurs. D'autres circuits utilisent un oscillateur céramique à 3 broches. Où se situe la différence entre

ces circuits ? Un oscillateur à quartz coûte plus cher qu'un oscillateur céramique. Pourquoi utilise-t-on quand même un oscillateur à quartz ?

Dufy

La précision d'un oscillateur à quartz est supérieure à celle d'un oscillateur à résonateur céramique. Il est fréquent que les microcontrôleurs haut de gamme fassent appel à un circuit d'oscillateur constitué de 2 condensateurs externes de 12 à 33 pF. Dans certains cas, ces condensateurs se trouvent déjà intégrés dans le microcontrôleur ce qui permet de se passer de condensateurs externes. Il existe également des oscillateurs céramique possédant des condensateurs intégrés. Ils possèdent alors 3 pattes. Il est extrêmement rare de trouver un oscillateur à quartz à condensateurs intégrés ne possédant que 3 contacts.

On utilisera donc, normalement, un oscillateur à quartz épaulé par une paire de condensateurs. Le plus souvent, on n'utilisera d'oscillateur à quartz (à condensateurs intégrés donc) que lorsque le signal qu'il fournit est également utilisé dans d'autres parties du montage.

Revitaliseurs d'accu

Je suis en train de réaliser les 2 montages de revitalisation d'accu, « Jouvence pour accu » (10/2001) et « Stimulateur d'accu » (11/2004).

Je rencontre cependant un problème sur chacun de ces montages. Le stimulateur semble fonctionner. Avec C1 = 100 nF la LED clignote. Si j'utilise un condo standard j'ai la séquence de clignotement suivante : extinction 90 s, allumage 20 s et ainsi de suite (quel que soit l'état de la batterie). Est-ce normal ?

Je pensais que la LED ne devait s'allumer que brièvement.

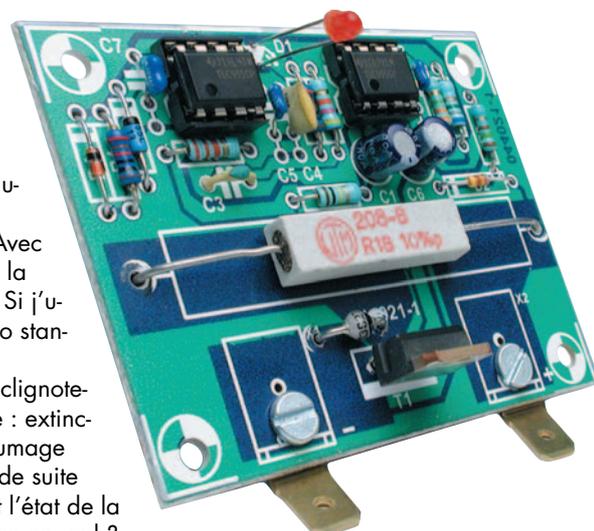
Avec une batterie neuve, le stimulateur affiche : vert.

Avec des batteries d'un certain âge aucune LED ne s'allume. Si je connecte un adaptateur secteur au point « A » c'est la LED jaune qui s'allume en fonctionnement. La self L1 possède une résistance ohmique de quelque 4 W. Est-ce trop ? Je ne trouve nulle part des selfs possédant une résistance moindre.

Akku-Peter (via le Forum)

Il est exact que la LED a un cycle de clignotement de 90/20 tel que vous le décrivez. Le texte de l'article n'était pas suffisamment clair à ce sujet. Il est vrai qu'il serait plus parlant d'avoir l'allumage permanent d'une LED mais cela présente des inconvénients quant à la consommation de courant. Si l'on donne à R1 une valeur de 150 kW, le cycle passe à 90/1, la LED ne s'allumant qu'une seconde pour 90 s d'extinction. Si l'on veut réduire la consommation de courant il faut que la LED ne s'allume pas trop longtemps.

Il circule, à travers la self L1, un courant moyen de très faible valeur, 1 mA environ. Dans ces conditions, la résistance interne de la self n'a pas une grande importance, elle peut même dépasser quelque peu les 4 W que vous mentionnez. Cependant, si vous connectez un adaptateur secteur au point « A » pour



Hexadoku

Petit florilège des réactions reçues au cours de ces dernières semaines.

- Bonjour, voici (après de longues heures de recherche) ma solution du Hexadoku de Mars 2006 : CDA48 Salutations.
- Bonjour, je suis un fidèle lecteur d'Elektor, j'ai trouvé la solution du troisième hexadoku que vous avez publié. J'ai trouvé : CDA48.
- Mon résultat d'Hexadoku pour le mois d'avril (n°334) est CDA48 .
Au revoir et rendez-vous pour les résultats de Mai.
- Passe temps en famille, veuillez noter ma réponse concernant l'hexadoku du n°334 de avril 2006 d'Elektor : **CDA48** En pièce jointe, la grille complète
- La voilà la bonne réponse!
Super idée l'hexadoku. Mais la résolution est assez facile, y'en a pas des plus durs?
- Concernant l'hexadoku, la réponse est : **CDA48**.
Voilà, je me remet au travail pour le suivant :) à bientôt
- Bonjour, voici, je pense, une solution possible : **CDA48**. Merci, au mois prochain
- Passionne toute la famille, bravo
- En janvier, j'ai passé plusieurs jours à résoudre l'Hexadoku. En février, j'ai procédé à l'analyse de la grille puis passé environ 4 heures réparties sur quelques jours pour la compléter. J'ai sauté le mois de mars qui a résisté à toutes mes tentatives. Ce mois-ci, j'ai ramené le temps à moins d'une heure, sans la moindre pause.
- Cette récréation est une bonne idée à poursuivre
- Passe temps d'une soirée pendant nos vacances, veuillez noter ma réponse concernant l'hexadoku du n°334 d'avril 2006 d'Elektor : **CDA48**. En pièce jointe, la grille complète

Comme vous pouvez le voir dans ce numéro, nous en avons un nouveau. Nous ne sommes guère surpris de voir le nombre de réponses féminines, les femmes ayant semble-t-il un esprit plus analogique pour ce genre d'exercices.

recharger la batterie, le courant de charge de cette dernière traverse la self de sorte que la résistance de la self limite le courant de charge. La durée nécessaire pour la charge s'allonge un rien. Plus la charge de la batterie avance, plus le courant de charge diminue de sorte que la résistance de la self perd progressivement son effet. La résistance de la self n'a d'effet que lors de la charge et encore en début de charge seulement.
Karel Walraven (Labo Elektor)

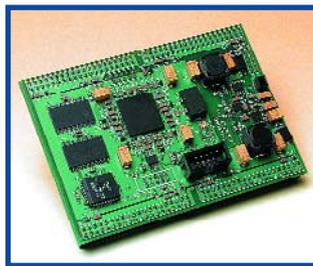
Bits et octets

À vous lire, la carte FPGA décrite dans le numéro de mars devrait posséder 8 Moctets de SRAM. Sur le schéma je découvre une paire de VY7C1041CV33, une SRAM de 256 K x 16. La capacité de mémoire totale n'est donc que de 1 Moctets (ou 8 Mbits). Il en va de même en ce qui concerne la mémoire Flash. Vous utilisez là une mémoire de 128 K x 8. Votre mémoire ne

C	2			6	A		B	E	D	5	8	
3			5	B	1		C	F	4			
	9		F	3	D		E				B	
5		A	D		4	C	1		8	2	9	6
8		4			9		5	0		6		D
	5	1					7			9	E	
F			1	D			A	3				
D	A	E	C	B	7			9				3
	E	3			0							2
			6	2						B	4	D
				6		F	5		8		E	
		7	8	A	E	5		9	F	C		0
		6	5			A	4	9	8	7	D	C
E	0				2		A		C			9
				5	0	7	4		D	F	3	6
	D					9	B	E	5		1	F

fait donc que 128 Moctets. La mémoire de configuration devrait avoir une capacité de 4 Moctets ? 128 K x 36 bits ne fait jamais 4 Moctets...
Que s'est-il passé ?

Andreas Hellinger



Vous avez bien évidemment parfaitement raison en ce qui concerne les capacités de mémoire. Le AT29BV010A est une mémoire de 1 Mbit et les 2 puces de RAM « valent » chacune 4 Mbits (ce que dit d'ailleurs le texte de l'article). Les erreurs tiennent à l'utilisation de MB (MegaByte) au lieu de Mb (mega-bit) dans le texte original, cf. : www.dewassoc.com/performance/memory/MS_vs_Mb.htm. La rédaction n'a malheureusement pas relevé cette erreur à temps pour la corriger.

Programmer le Combi-C-mètre

Cela fait un moment que je m'escrime sur ce projet. Malheureusement mon affichage ne sait rien afficher d'autre que 2 barres noires. Je n'arrive pas non plus à découvrir de paramétrage des bits de configuration. Quelqu'un peut-il m'aider ?

Mandi3325

La programmation des contrôleurs PIC nécessite d'une part un fichier .hex et de l'autre un paramétrage correct des bits de configuration. Ces bits peuvent être intégrés dans le fichier .hex lui-même, malheureusement chaque programmeur a sa propre

façon de les traiter. C'est pourquoi, nous vous proposons (à nouveau) les paramètres des 2 contrôleurs PIC (il faudra voir dans le manuel de votre programmeur comment faire pour paramétrer les bits dans son cas particulier).

EPS 040259-41 PIC16F877 :
Code Protection : Off
In-Circuit Debugger : Disable
FLASH Program Write : Enable
Data EE Memory Code Protection : Off
Low Voltage Programming : Disable
Brown Out Reset : Enable
Power-Up Timer : Enable
Watchdog Timer : Disable
Oscillator : HighSpeed oscillator
Le mot de configuration résultant est **3F72**
EPS 040259-42 PIC16F84 :
Program Memory Code Protection : Off
Power-Up Timer : Enable
Watchdog Timer : Disable
Oscillator : HighSpeed oscillator
Le mot de configuration résultant est **3FF2**



Règles du jeu

- Publication de la correspondance de lecteurs à la discrétion du Rédacteur en chef
- Les points de vue et opinions exprimées par les correspondants ne sont pas nécessairement ceux du Rédacteur en chef ou de l'Éditeur.
- La correspondance pourra, le cas échéant, être traduite ou éditée en longueur, dactylé et style.
- En cas de réponse à COURRIER, veuillez S.V.P. indiquer le numéro concerné.
- Veuillez S.V.P. adresser votre correspondance : redaction@elektor.fr ou

Rédacteur en chef Elektor
Chez W.W.S.
38, Rue la Condamine
75017 Paris - France

Intel présente les premiers circuits en technologie 45 nm

La production en série de processeurs et d'autres puces basées sur le 45 nm débutera en 2007.

Intel vient de produire les premiers circuits intégrés cobaye produits en technologie 45 nm. Il s'agit en l'occurrence de mémoires de RAM statiques d'une capacité supérieure à 150 Mbits. Chacune des puces comporte plus d'un milliard de transistors sur une surface qui ne dépasse pas celle des puces de SRAM d'une capacité de 18 Mbits produite en technologie 130 nm qui avait vu le jour en 2000.

Bien qu'il ne s'agisse là que de produits expérimentaux, il n'en s'agit pas moins d'une étape importante pour Intel, ce fabricant prouvant ainsi la faisabilité de voie 65 nm et aussi qu'il respectait le plan de route prévu pour le proche avenir. Tous les 2 ans, les fabricants de puces

arrivent (toujours encore, mais la loi de Moore n'est plus loin de perdre son droit d'existence) à réduire la taille des transistors montés sur leurs substrats, ce qui se traduit par une densité plus importante, une consommation d'énergie plus faible et un coût de fabrication sensiblement moindre.

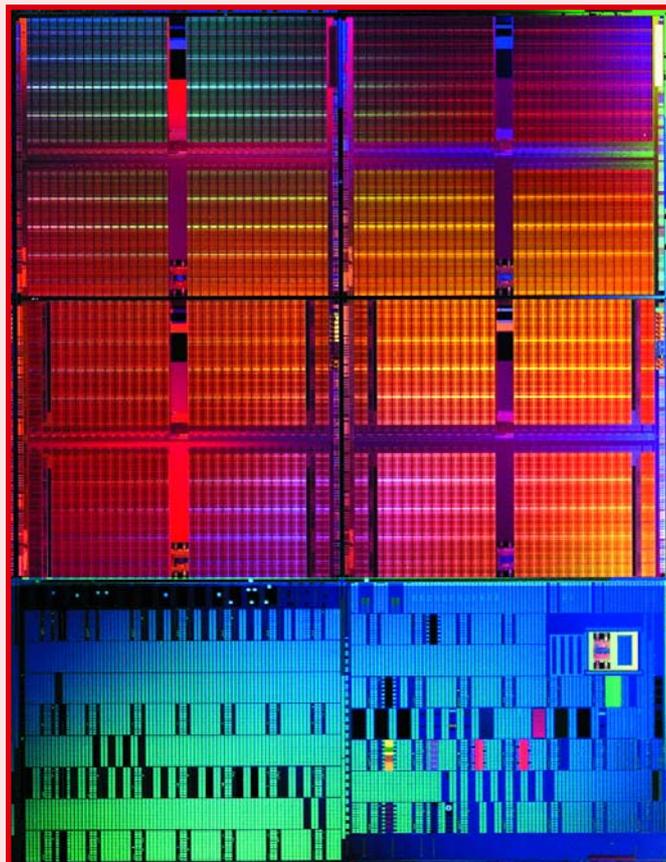
Intel s'attend à pouvoir fournir, à partir du second semestre de 2007, des processeurs, des mémoires Flash et d'autres puces complexes produits en technologie 45 nanomètres.

Pour en savoir plus :

www.intel.com/pressroom/archive/releases/20060125comp.htm

(067133-1)

La photo (source Intel) est celle d'une puce de test sur galette Intel® 45 nm avec 153 bits de SRAM et les circuits de test de logique



Rechargez votre téléphone portable

après avoir combattu les Troubles Musculosquelettiques

Ce que l'on pourrait croire être un gadget pour le camping est peut-être le remède idéal contre l'un des plus grands maux de l'homo erectus bureauticus, les troubles musculosquelettiques, connus plus couramment sous la dénomination de RSI (*Repetitive Strain Injury*). Mais c'est aussi une arme anti-stress efficace...

En effet, avec le Manual Power Europe non seulement vous donnez de l'exercice à vos muscles des bras, renforçant vos poignets et luttant ainsi contre les risques de RSI, mais, en outre, vous produisez de l'énergie. L'énergie produite par les mouvements divers est stockée dans l'accu de l'appareil.

Vous pourrez vous en servir pour alimenter une lampe de poche intégrée dans l'appareil lui-même ou encore pour recharger l'accu de votre téléphone portable par le biais d'un adap-

tateur spécifique fourni lors de l'achat de l'appareil.

À noter que cet appareil constitue également, pour l'homme moderne assis à son bureau et exposé à tant de dangers de santé potentiels, une arme anti-stress très efficace : vous avez beau le serrer aussi fort que vous le pouvez, vous ne risquez pas de le voir craquer sous vos efforts répétés.

www.manualpower-europe.com/EN/homepage.php

Pour en savoir plus sur RSI:

http://en.wikipedia.org/wiki/Repetitive_strain_injury

http://fr.wikipedia.org/wiki/Troubles_musculosquelettiques

(067114-1)



Kit de développement OLED

S'il faut en croire l'avis de nombre d'experts, les affichages OLED (*Organic Light Emitting Diodes*, c'est-à-dire des LED à base de matériau organique) très fins, présentant un contraste très élevé et auto-éclairés ont l'avenir devant eux en tous cas en ce qui concerne les petits formats. Jusqu'à présent, leurs domaines d'utilisation étaient les téléphones mobiles, les lecteurs MP3 et autres petits appareils. Depuis peu, on les voit apparaître dans des instruments de mesure et dans l'automobile. Osram Opto Semiconductors a mis sur le marché un kit de développement destiné aux concepteurs souhaitant utiliser des affichages OLED.

Le kit de conception de référence

Pictiva comporte une platine dotée d'un affichage OLED (résolution 128 x 64 pixels, luminosité de 100 Cd/m²), un microcontrôleur de la série 8051 et une mémoire embarquée série. Avec le logiciel accompagnant ce kit et l'interface PC, il devient possible de programmer graphiquement le progiciel et une GUI (*Graphic User Interface*) avant de transférer le programme. Le kit comporte de nombreux documents (fiches de caractéristiques des pilotes, schémas, fichiers Gerber) et tout ce peut avoir besoin un concepteur.

www.osram-os.com/pictiva-oled-displays/development_tools.php



Datalogger USB de Lascar

Sur le marché, on trouve des dataloggers (systèmes d'acquisition de données) de toutes formes et couleurs, mais ils coûtent souvent encore cher. L'anglais Lascar vient de mettre sur le marché 2 appareils relativement bon marché permettant de mesurer des tensions et des courants. Ils sont particulièrement intéressants pour, par exemple, identifier des problèmes ne se manifestant que de temps en temps dans des circuits.

Le EL-USB-3 peut acquérir des tensions allant de 0 à 30 V, le

EL-USB-4 permettant lui de saisir des courants allant de 4 à 20 mA. Les systèmes d'acquisition de mesure « autonomes » que l'on commence par programmer par le biais d'un PC avant de les relier à l'appareil dont on veut surveiller la tension ou le courant. Une paire de conducteurs reliés au log-



ger sert à le connecter à la source de courant ou à l'insérer dans la boucle de courant. La pile intégrée dans le EL-USB-xx permet la saisie d'un maximum de 32 000 échantillons de la tension ou du courant aux valeurs paramétrées, échantillons stockés dans la mémoire interne du logger. Une fois la période de mesure prévue terminée, il suffit de reconnecter le EL-USB-xx au port USB du PC pour en lire les données à l'aide du logiciel qui accompagne ce pro-

duit. Celles-ci peuvent être visualisées sous forme de graphique ou exportées vers une autre application. Les loggers sont dotés de câbles souples dont l'une extrémité vient s'enficher dans l'appareil, l'autre étant dotée de pinces crocodile qui viennent se connecter pour la mesure d'une tension ou s'intercaler pour celle d'un courant.

(067105-1)

www.lascarelectronics.com

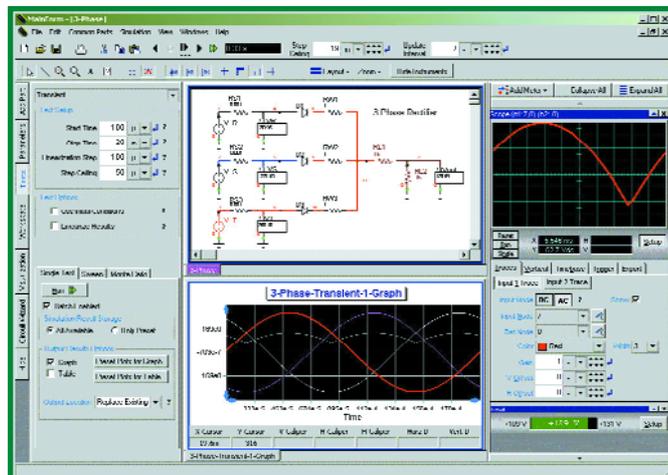
B2 Spice V5 travaille de concert avec EAGLE

Il existe, depuis peu, pour le programme de CAO populaire EAGLE (qui se trouvait sur notre DVD de logiciels de CAO du numéro de novembre) un programme de simulation qui s'intègre parfaitement aux versions les plus récentes d'EAGLE. D'après son distributeur, la nouvelle version du programme de simulation B2 Spice, sa version V5, met à disposition des possibilités de simulation très puissantes qui, auparavant, n'existaient que sur des programmes de simulation beaucoup plus chers. Certaines des possibilités offertes n'existent dans quelque autre logiciel de simulation que ce soit. S'il faut en croire les descriptions, B2 Spice V5 est le programme Spice du marché le plus facile à utiliser et le plus confortable d'utilisation. L'un des aspects les plus intéressants de B2 Spice V5 est qu'il s'intègre intimement avec le logiciel de dessin de platines EAGLE. Inté-

ressons-nous à quelques-uns des domaines de collaboration entre EAGLE et B2 Spice V5 :

- Importation d'un schéma EAGLE existant dans Workshop
- Dessiner un Schéma dans EAGLE et l'exporter vers B2 Spice A/D v4 en vue de le simuler
- Réexporter un circuit créé dans Workshop vers le programme de saisie de schéma d'EAGLE
- Exporter un circuit Workshop vers EAGLE PCB

Il va sans dire qu'il faut, pour disposer de ces fonctions, que toutes les bibliothèques EAGLE et ULP standard soient déjà présents dans les dossiers requis. B2 Spice V5 collabore avec EAGLE 4.0 et 4.1. Chacune de ces 2 versions possède ses ULP spécifiques. Le programme est fourni avec l'ULP la plus récente, mais si vous travaillez encore avec EAGLE 4.0, le distributeur de B2 Spice V5 met à disposi-



tion l'ULP pour la version 4.0 par le biais de sa page de support technique. B2 Spice V5 existe en version Standard et Professional pour 249 et 399 euros (hors-TVA). Il existe une version de démonstration gratuite.

(067107-1)

www.beigebag.com

Pour télécharger une version Lite de B2 Spice, la V4.2.14
www.download.com/B2-Spice-A-D-Lite/3000-6677_4-10377439.html

Pour la démo de B2 Spice V5
www.beigebag.com/demos.htm

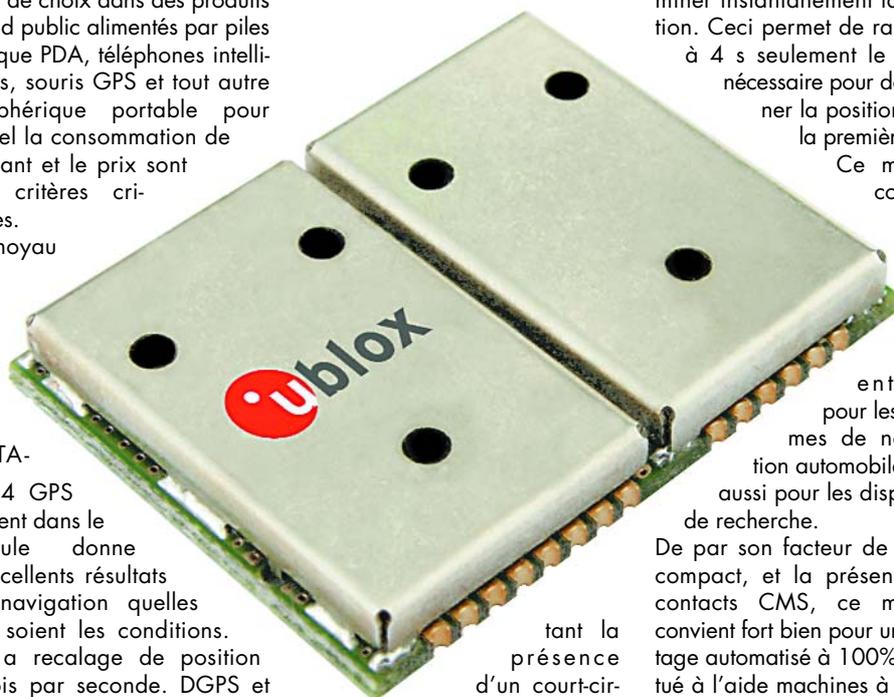
Module GPS à haute sensibilité abordable

Le LEA-4A est le module GPS le plus récent du fabricant suisse U-Blox. (Ne regardez pas la taille de l'illustration), le module qui ne mesure que 17 x 22 mm intègre le récepteur 16 canaux ANTARIS 4 introduit tout récemment et qui a été développé par U-blox en collaboration avec Atmel. Le module LEA-4A peut se targuer d'excellentes performances, sa consommation étant de 40% inférieure à celle de son prédécesseur, le LEA-LA. Le module comporte un port USB ce qui est garant d'un branchement simple, d'un taux de transfert de données élevé et d'une consommation de données par le biais d'un seul câble.

Le LEA-4A consomme très peu en raison de l'absence d'EEPROM Flash classique sur ce type de produit, caractéristique qui se traduit par un prix sensiblement plus abordable. De par ses faibles dimensions, ce produit trouvera des applica-

tions de choix dans des produits grand public alimentés par piles tels que PDA, téléphones intelligents, souris GPS et tout autre périphérique portable pour lequel la consommation de courant et le prix sont des critères critiques. Le noyau

ANTARIS 4 GPS présent dans le module donne d'excellents résultats de navigation quelles que soient les conditions. On a recalage de position 4 fois par seconde. DGPS et SBAS complet (WAAS et EGNOS) sont supportés ainsi que l'utilisation d'antennes actives ou passives, un dispositif de surveillance de l'antenne détec-



miner instantanément la position. Ceci permet de ramener à 4 s seulement le temps nécessaire pour déterminer la position pour la première fois. Ce module convient bien

entendu pour les systèmes de navigation automobile mais aussi pour les dispositifs de recherche.

De par son facteur de forme compact, et la présence de contacts CMS, ce module convient fort bien pour un montage automatisé à 100% effectué à l'aide machines à placement de composants et un soudage par four à refusion.

(067016-1)

Pour en savoir plus www.u-blox.com/news/lea_4a.html

Compilateur C et version étudiant gratuite

Pour les PICmicros 16 bits

Microchip annonce la version 2.0 de son compilateur C MPLAB® C30 (SW006012), produit incluant le compilateur croisé, l'assembleur croisé, le lien et la bibliothèque. Le nouveau compilateur supporte tous les familles de microcontrôleurs 16 bits PIC24 et de traitement de signal numérique dsPIC®. Ce nouveau compilateur conforme ANSI comprend également des extensions de langage uniques pour utiliser les fonctionnalités DSP. La version Etudiant gratuite de MPLAB C30 dispose des mêmes fonctionnalités pour une durée de 60 jours, ce délai passé, elle conserve une compatibilité code-source et support de composant complète, sans limitation de mémoire, mais sans optimisation de code additionnelle. Il s'agit là d'un formidable outil pour les étudiants, lycées et universités mais aussi très utile aux ingénieurs de conception produits intéressés par l'initiation aux circuits 16 bits et aux outils de développement de



Microchip. Microchip a développé ce nouveau compilateur en parallèle avec ses familles de contrôleurs PIC24 et dsPIC33 pour garantir une efficacité optimale du code C, qui peut être jusqu'à 85% plus compact que celui des architectures 16 bits concurrentes.

MPLAB C30 est étroitement lié à l'IDE (*Integrated Development Environment*) MPLAB, permet-

tant l'écriture de code, la création de projets et le test en utilisant le simulateur logiciel de Microchip ou le débogueur en circuit MPLAB ICD 2 (*In Circuit Debugger*). Le code final optimisé peut être programmé dans les composants en utilisant MPLAB ICD 2, solution très abordable ou MPLAB PM3, un programmeur de composants de production (en série), les deux solutions utilisant la même

interface utilisateur MPLAB. L'IDE MPLAB se distingue du reste de la concurrence par le fait qu'il s'agit d'un environnement totalement intégré gratuit destiné aux microcontrôleurs 8 et 16 bits et contrôleurs de signal numérique 16 bits couvrant des composants possédant entre 6 et 100 contacts. Le compilateur MPLAB C30 supporte l'assemblage de code en ligne vers fichiers-source C, mais aussi sous forme de modules de langage assembleur assemblés séparément dits MPLAB ASM30.

MPLAB C30 Version 2.0 est disponible dès à présent au prix de \$895. Les possesseurs de versions antérieures de MPLAB C30 peuvent télécharger une mise à niveau gratuite et un Guide Utilisateur depuis le site de Microchip. L'édition étudiant (MPLAB C30 SE) peut être téléchargée gratuitement.

Pour en savoir plus, un tour sur le site de Microchip s'impose :

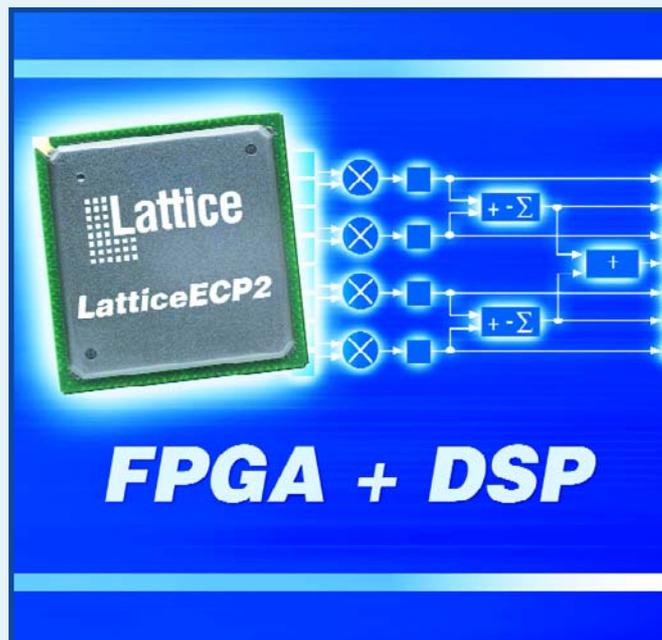
www.microchip.com/C30

(067081-4)

FPGA faible coût

Lattice Semiconductor vient de présenter sa seconde génération de « Economy Plus FPGA », la famille ECP2. Grâce à l'utilisation de la technologie CMOS 90 nm de Fujitsu combinée à des galettes de 300 mm, les prix des FPGA en quantités industrielles sont tombés en deçà de \$0,50 par 1 000 LUT (*Look-Up Table*). Comparée à la première génération de FPGA ECP produite sur galettes de 130 mm, cette nouvelle famille met à disposition une quantité plus importante d'éléments logique, jusqu'à 70 K-LUT, une augmentation du nombre de multiplicateurs 18x18 qui passent à 88, une croissance de capacité des E/S de 50%, à quoi s'ajoute de meilleurs possibilités de configuration.

Les nouvelles FPGA disposent d'une capacité de mémoire maximale de plus de 5 millions de bits (Mb) de RAM. Pour l'ins-



tant, il est prévu 6 versions comportant de 6 000 à 70 000 LUT, des versions plus

étoffées étant prévues pour plus tard. On dispose entre 12 et 88 multiplicateurs 18x18, le

nombre de lignes d'Entrée/Sortie (I/O) allant lui de 95 à 628. Ajoutez à cela que chaque FPGA possède, à des fins de pilotage chronologique de processus, 2 DLL (*Delay Locked Loop*) et entre 2 et 6 PLL (*Phase Locked Loop*).

Le support logiciel des nouveaux circuits ECP-2 est intégré dans la Suite d'outils ispLEVER, version 5.1 avec Service Pack 2. Le logiciel de conception ispLEVER permet aux concepteurs d'accéder à tous les circuits numériques de Lattice tout en intégrant le support de synthèse de Mentor Graphics et de Synplicity. Les premiers échantillons de cette nouvelle famille, le FPGA ECP-2-50, disponible au second trimestre de 2006, sera proposé en boîtier fpBGA à 484 et 672 billes, ce qui implique le soudage par reflux.

(067102-1)

www.lattice.semi.com

Football High-Tech



Rainer Bücken

Encore quelques jours et c'est parti - La Coupe du Monde de Football démarre. Toute une électronique d'avant-garde est elle aussi de la partie.

La CM en Allemagne verra le lancement de la TVHD et de la retransmission TV sur téléphones portables (*handy*). C'est la première fois, pour un événement international de cette envergure, que les tickets sont dotés de puces RFID. La balle à puce, ça c'est pour plus tard.

C'est le 9 juin, qu'aura lieu le match d'ouverture du Championnat du Monde de Foot 2006 qui aura lieu, tout le monde le sait, en Allemagne. La barre est placée haut, et cela pas uniquement pour les 32 équipes participantes. On n'attend pas moins d'un total de 3,2 millions de spectateurs pour les 64 matches disputés dans 12 stades. Ce seront peut-être 4 milliards de téléspectateurs qui suivront, sur un écran ou un autre, ce spectacle dont l'apothéose sera la finale jouée le 9 juillet à Berlin.

Le CM de la TVHD

Numérique et à haute résolution - ce sont là les qualificatifs que la FIFA donne au format d'enregistrement officiel de la TV. Bien que numériques, les matchs seront également transmis à la résolution standard, à savoir 576 lignes et en grand format 16:9. La reproduction sur des téléviseurs 4:3 se fera au format « letter ou pillarbox », c'est-à-dire avec des barres noires horizontales ou verticales.

La transmission utilisera le câble, le satellite ou la voie terrestre (notre bonne vieille antenne donc), et cela sous



forme numérique et analogique (même alors, le format « letterbox » sera de règle. Le câble aura un concurrent, à savoir les lignes téléphoniques qui ont, grâce à la technologie DSL, tellement bien évolué que l'on atteint des taux de données allant jusqu'à 100 Mbits/s. On a donc installé, outre le câble, une seconde autoroute de données pour la télévision par Internet (IPTV), qui relie le serveur Internet ou radio avec les Set-Top-Box (décodeurs) domestiques. Ils permettront l'accès aux images en provenance des stades, dans une mesure moindre que ce que l'on annonçait il y a quelques semaines.

Pour le *handy* de plus en plus compactes et les récepteurs mobiles la notion « TV mobile » connaîtra 3 procédés. Si l'information arrive par la voie UMTS, on parle de *HandyTV*. Il existe des solutions de « radio » qui prendront la forme du descendant de DVB-T, DVB-H et du dérivé de la DAB (*Digital Audio Broadcasting*), DMB.

25 caméras

Fournir des images à plus de 210 pays au monde est une tâche gigantesque. Plus de 50 milliards d'heures,

L'électronique et la CM 2006



Photo: R. Bücken



Figure 1.
Les professionnels de la caméra HR doivent continuer de tenir compte du format d'image 4:3 (Photo : R. Bücken).

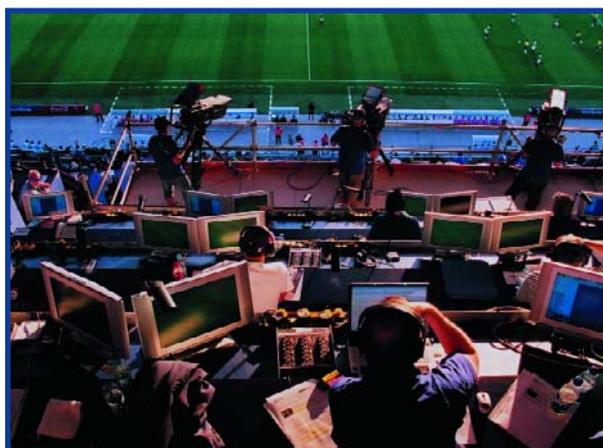


Figure 2.
Des commentateurs de « footbole » au travail – sans ordinateur, rien ne va plus (Photo : HBS).

soit plus de 5 millions d'années seront passées devant les téléviseurs, jamais on n'a payé de telles sommes pour les droits de retransmission la société ayant droit, Infront. On parle, de 235 millions d'euros pour les seules stations ARD et ZDF (TV1 et ANT2 d'outre-Rhin). On s'attend à un total de 2 milliards d'euros de chiffre d'affaire de droits payés par les médias. « Il est normal de vendre des signaux de TVHD plus cher que pour une résolution analogique » affirme l'ex-footballeur Günter Netzer, porte-parole de l'agence de droits d'événements sportifs Infront, « la complexité est sensiblement plus grande, n'est-ce pas ? ». Infront a chargé sa société-fille, HBS (*Host Broadcast Services*) fondée en 1999, de la transmission des productions TV et radio de la CM. HBS a sous contrat pas moins de 2 600 personnes dans 65 pays. Si en 2002, au Japon et en Corée on enregistra 48 matches à l'aide, simultanément, de 8 caméras HD (**H**aute **D**éfinition) on n'en a pas installé moins de 25 dans chacun des 12 stades (**figure 1**). On a oublié le sans fil, cette technologie ayant été la source de quelques problèmes il y a 4 ans. La production des images a été confiée aux bien nommés « Dream Teams » - 2 équipes anglaises, 2 françaises et 2 allemandes, consti-

tuées des régisseurs, producteurs et caméramen les meilleurs et les plus expérimentés. Ils doivent en particulier avoir maîtrisé le problème du format 16:9/4:3. Au coeur du cadre défini par l'image 16:9 il existe en effet une zone 4:3 protégée dite « Safe Area » dans lequel doit avoir lieu l'action. La technique d'enregistrement est dite « Shoot and Protect », qui fournit, sur 2 canaux différents, simultanément, une image grand format et un signal 4:3. Au niveau du son TV les options sont nombreuses, allant de la stéréo au Dolby Digital 5.1. On utilisera pas moins de 24 positions de microphones, auxquels s'ajoute la voix du commentateur (**figure 2**).

Images pour le monde

Les voitures de régie, dérivent, les différents images en provenance des caméras, 14 signaux, tous les émetteurs recevant ce que l'on appelle le BIF (*Basic International Feed*). On dispose en outre de 13 « Super Feeds » dont certains sont en HD, d'autres en 16:9 voire en résolution standard 4:3 seulement. La conversion de format se fait sur place ou dans le IBC (*International Broadcast Center*) à Munich.



Ticket de CM avec puce radio

Les tickets de la CM 2006 sont dotés d'une puce RFID (**R**adio **F**requency **I**Dentification).

La technologie sans fil passive entourant la puce permet un contrôle d'accès automatisé dans les stades de football. En outre, il devient quasiment impossible de falsifier les tickets d'entrée. Le système repose sur la technologie MIFARE de Philips [1], devenue pratiquement le standard industriel dès qu'il s'agit de cartes intelligentes (Smart Card). Cette technologie est déjà utilisée dans des villes comme Londres et Moscou pour l'accès à ces villes. À Londres où plus de 150 000 personnes utilisent

le métro, les voyageurs peuvent utiliser des cartes à puce intelligentes qui, par simple contact avec un lecteur, ouvrent les tourniquets et autres sas d'accès. Finies les longues attentes devant les bornes de contrôle dans la fente desquelles il faut glisser son ticket. Aux Pays-Bas aussi la régie des transports ferrés et 4 des plus grandes sociétés de transports publics du pays ont décidé d'introduire un système de billets à RFID. Les tout derniers modèles passeports électroniques de France, Allemagne et des Pays-Bas sont eux aussi dotés d'une puce RFID (cf. l'article correspondant ailleurs dans ce magazine).

La Coupe du Monde de Football est la première grande manifestation internationale utilisant ce type de contrôle d'accès. Lors de l'accès au stade, le billet doit être tenu à une distance inférieure à 10 cm d'un lecteur qui travaille selon le standard international ISO14443. Le lecteur et le billet échangent, en quelques fractions de secondes, des informations quant à sa validité pour l'événement concerné. Ceci se passe par radio sur une fréquence de 13,56 MHz et à un taux de transmission de 106 Kbits/s. La puce MIFARE enfouie dans le billet comporte, dit Philips, une EEPROM de 512 bits dans laquelle se trouve au minimum un numéro de série de 7 octets de long. Cette société a choisi de ne pas nous donner d'informations additionnelles quant aux spécifications techniques de manière à ne pas fournir de repères à un faussaire de tickets potentiel pour en faire une copie. Philips nous confirma cependant que la puce de la carte ne comportait pas de données personnelles. Il n'en reste pas moins que les cartes sont personnalisées, vu que les numéros de série se trouvent dans un fichier de la FIFA dans lequel ils sont associés à des données qu'il a fallu fournir lors de l'achat du ticket, à savoir le nom, l'adresse, la date de naissance, la nationalité et le numéro de passeport. Seule une comparaison avec la pièce d'identité du visiteur permet de s'assurer que l'acheteur du ticket et la personne le possédant sont les mêmes. Pour éviter la cohue, cet examen ne sera que très occasionnel.

La personnalisation des tickets devrait empêcher le marché noir, les casseurs notoires connus des services de police ne pourront pas obtenir de billet. Il est en outre possible de bloquer des billets égarés (ou volés) ce qui abaisse les frais et sécurise l'envoi (à un point tel que les frais additionnels occasionnés par l'implantation de la puce en deviennent négligeables).

Lors du match, le système note les cartes présentées lors de l'accès pour éviter que des tickets ne puissent être ressortis du stade et représentés une seconde fois.

C'est précisément cette personnalisation qui a été l'objet de nombreuses critiques. Les organismes de protection des données personnelles accusent les fabricants de RFID de vouloir utiliser une manifestation aussi populaire que la CM pour affirmer l'inconnuité des puces radio en vue de lui donner une meilleure image [2] - impossible de confirmer ou d'infirmer de telles affirmations !

Il est un aspect plus facile à juger, celui de la sécurité. Il est théoriquement possible, à l'aide d'un lecteur de fabrication personnelle (respectant le protocole de communication [1] complexe mais accessible au public), de lire une puce de carte des CM inconnue jusqu'à une distance de 1 m environ. Comme la puce MIFARE comporte un numéro de série indélébile, il n'est pas possible de le lire et de le réécrire. Il devrait être possible, Philips le reconnaît lui-même, si l'on dispose d'une puce suffisamment intelligente, de simuler le comportement d'une puce de ticket de CM. L'ensemble du processus, lecture cachée, programmation d'une puce de simulation, sans oublier surtout le risque de se faire pincer lors de la tentative d'accès est sans commune mesure avec l'intérêt de l'opération.

À savoir : nous envisageons, dans le numéro de septembre d'Elektor, de vous proposer un lecteur capable de lire les numéros de série des billets de la Coupe du Monde.

[1] www.mifare.net/products/mifare_ltralight.asp

[2] www.foebud.org/rfid/die-fussball-wm

Les émetteurs TV disposent en outre d'images au ralenti, de graphiques, commentaires et autres informations supplémentaires. Pour cette raison, toutes les stations émettrices n'envoient d'équipes en Allemagne, les signaux à émettre tout faits comportant un commentaire en anglais leur arrivent. Une activité de 24 heures sur 24 pour Munich.

Avec les signaux HD les partenaires de la DTB (*Digital Television Broadcast Partner*) tels que Premiere, BBC et NHK disposent d'un matériel de base d'excellente qualité. Premiere consacre l'un de ses canaux au football, le ballon rond volera de l'ordre de 45 000 minutes d'un coin du téléviseur à l'autre tout au long des 64 matches (ARD et ZDF diffusant à elles deux 48 ou 49 matches). Au Japon, NHK est un fervent partisan de la TVHD. En effet, on a fixé au fur et à mesure 4 juillet 2001 la fin de l'ère du NTSC. Aux USA, les 2 stations de Disney, ABC et ESPN HD émettront tous les 24 matches en haute résolution (HR). Il devrait y avoir, dit une étude de Screen Digest et Goldmedia, 19 millions de familles à être dotés de la HR.

En Grande Bretagne, la BBC, ITV Channel 4 et five émettent le CM via le réseau terrestre (!) sous forme de DVBT pour un test de TVHD non payant (*freeview*). Ce ne sont pas moins de 450 familles du Centre de Londres qui apprécieront ce grand événement. Ces stations émettront également la HR via le câble et le satellite. Mais en France aussi la TVHD fera son entrée en scène. Outre Canal+, TF1 et M6, qui travaillent en terrestre, se mettent aux matches du CM. Il en va de même pour l'Italie avec Sky Italia et Canal Digital pour la Scandinavie et la Finlande.

La TVHD en format de base

C'est la première fois que la TVHD sera le format de base, tous les autres signaux en seront dérivés. Ce n'est pas sans bonnes raisons. Une image à la définition standard (DS) conventionnelles est constituée de 50 demi-images par seconde, images de 720 x 576 pixels, soit un total de 414 720 pixels. En cas d'utilisation du format HD on a également 50 demi-images par seconde, mais de 1 920 x 1 080, soit 2 073 600 pixels. Ceci est une demi-vérité car on n'a en fait, en raison de l'interlacement, par seconde, 50 images ayant un nombre de lignes 2 fois plus faible. Au niveau mondial, ce standard de production n'est guère apprécié car les pays en tête de la TVHD travaillent à une fréquence de 60 Hz. Ceci implique la conversion des images de 50 vers 60 Hz, ceci devant se faire soit dans l'IBC soit au Japon ou sur le continent américain.

Dans les voitures de transmissions placées auprès des stades, on sélectionne les signaux caméra les plus importants pour les envoyer au IBC. Sous la forme de « HD-SDI 1080i/25 » les signaux à haute résolution commencent leur voyage à 1 485 Mbits/s, les signaux standard « SD-SDI 625i/25 » le faisant à 270 Mbits/s. La transmission HD requiert une nouvelle technologie, le Studio Berlin Adlershof a commandé une voiture de transmission pouvant traiter un maximum de 23 caméras (**figure 3**). Ce véhicule construit par Thomson pour 10 millions d'euros sera utilisé, lors du CM, pour 6 matches à Berlin et pour 5 à Leipzig.

Liaisons rapides

La liaison entre les villes des matches et IBC se fait par le biais d'un réseau aux mains de T-Systems. 2 lignes de



Figure 3.
Coup d'oeil dans l'une des véhicules HR de Studio Berlin (Photo : R. Bücken).

20 Gbits/s relie chaque stade à IBC, l'une des lignes servant de réserve. Il est également prévu des liaisons par satellite en cas de gros problèmes.

T-Systems gère également la liaison grande vitesse entre IBC et les studios de l'ARD et de la ZDF à Cologne et Mayence, ainsi que le Centre Sony de Berlin. Il est fait appel à des lignes numériques enterrées, de structure annulaire, travaillant à 2,5 Gbits/s en WDM (*Wave Digital Multiplex*). Les émetteurs TV ont à leur disposition toutes les largeurs de bande nécessaires, de 2 à 270 Mbits/s. T-Systems assure également les liaisons vers l'étranger, via satellite ou fibre optique. Ces dernières sont caractérisées par des délais induits plus courts, ce qui est important lors d'interviews.

Manque de matériel

Tout est bien qui finit bien - la CM 2006 aurait pu donner un football de rêve en TVHD, s'il n'y avait pas eu l'obstacle des téléviseurs capables de TVHD. Fin 2005 on comptait en Europe plus de 2 millions d'écrans « HDRReady ». Les décodeurs (*Set-Top-Box*) de TVHD comprenant aux normes H.264/AVC et décodant les signaux modulés en technique satellite DVD-S2 ou selon les normes câble QAM 256, restent rares. On pense qu'il s'en sera vendu environ 100 000 d'ici le début de la CM. Tant les fabricants de puces que les ceux chargés de fournir les décodeurs ont promis plus qu'ils ne pouvaient tenir - lors de la clôture de cet article, seuls étaient livrables des appareils de Pace et de Humax (**figure 4**), Philips ayant promis son décodeur pour fin avril.



Figure 4.
Rares sont les décodeurs (*Set-Top-Box*) capables de recevoir la TVHR - ici un exemplaire de Humax (Photo : R. Bücken).

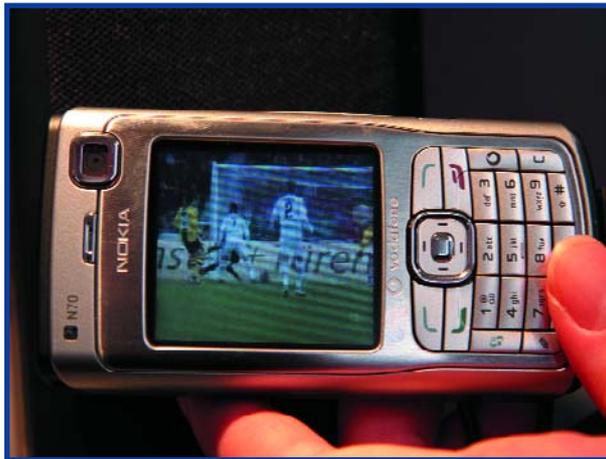


Figure 5.
Les images de TV arrivent, en UMTS, sur le handy si tant est qu'il soit capable de les recevoir (Photo : R. Bücken).

Les présentations en public (*Public Viewing*) promettent d'être intéressantes. Des écrans géants montés dans des lieux ouverts au grand public ou dans des cinémas doivent permettre de faire courir le grand frisson, payant ou gratuit. Adidas prévoit d'installer, devant le Reichstag de Berlin, l'Olympiastadion à l'échelle 1:33 et pouvant abriter jusqu'à 10 000 spectateurs. Si les images en HD sont payantes, les images en DS sont, en règle générale, gratuites, c'est aussi simple que cela.

Et sur notre handy ?

En ce qui concerne les nouveaux média il est prévu l'émission de ce que l'on a baptisé « *near-live clips* », d'une longueur pouvant atteindre 4 minutes. Les scènes les plus palpitantes sont extraites par Pan & Scan de l'image de TVHD et le cas échéant zoomées. L'ensemble du processus durera 5 minutes dit Nicola Taylor de HBS. Toutes les stations ont annoncé des offres en ligne, sachant qu'il sera interdit d'utiliser des images mobiles à moins d'en avoir acquis les droits. Ce n'était pas encore le cas jusqu'à présent.

T-Online promet des informations centrées sur le thème « Coupe du Monde » et aussi des points forts après le match. Il est prévu de faire la promotion de l'UMTS, sachant qu'il est vital de récupérer les coûts très élevés de licence. Nous serons les seuls à proposer, en Allemagne, 20 matches de la CM pour les téléphones portables. Nous avons signé le contrat correspondant avec Infront nous a déclaré René Obermann, président de T-Mobile International. Il est également prévu, en collaboration avec Premiere, des résumés des 64 matches ainsi que des informations et des fora d'experts. La transmission, qui se fera en technique « Streaming » sera disponible, sans coût additionnel, jusqu'au 31 août. Le nombre de spectateurs restera, pour des raisons de capacité, limité. T-Mobile Austria propose

Le ballon à puce (encore) hors-jeu

Rainer Bücken

30 juillet 1966 : pendant les prolongations de la finale de la CM Allemagne-Angleterre à la 101ème minute, le ballon rebondit, sur la transversale du but allemand, redescend, frôle la ligne de but et retourne dans le champ de jeu. But ou pas but, voilà la question. Seuls l'arbitre, le juge de ligne et le président allemand de l'époque, Henrich Lübke n'avaient pas le moindre doute. Ils étaient unanimes, le ballon était entré dans le but. Ce qui était faux, comme le prouvèrent plus tard les analyses de vidéos et de photos. Il était trop tard, l'Angleterre était championne. Depuis lors, le but de Wembley est synonyme de l'impossibilité de donner une décision objective en football. Des ballons volant au-dessus de la ligne de but sont souvent des sources de discorde. Il est impossible, dans certains cas, à un juge humain de constater sans le moindre doute qu'un ballon a passé dans sa totalité derrière la ligne de but, condition sine qua non dit la FIFA pour une validation du but. De nombreux scientifiques et développeurs se démenent pour obtenir un suivi indiscutable du trajet du ballon à l'aide de moyens électroniques.

La technologie du ballon à puce a été lancée dans le pays accueillant le CM, par une société fondée en 2000 et baptisée Cairo Technologies. En 2001 débuta la coopération avec l'IIS (Institut Integrierte Schaltungende) de Fraunhofer; le fabricant d'articles de sport très connu, Adidas (qui fabrique des ballons de foot depuis 1963) s'adjoignit à ce groupe.

Voici le principe de fonctionnement du système Cairo : on dispose au centre du ballon de foot une puce ASIC (Application-Specific Integrated Circuit), un émetteur intégré servant à la transmission des données ainsi qu'un accu rechargé par induction. 2 000 fois par seconde on a émission d'impulsions servant à déterminer la position, impulsions servant en outre à fournir des informations d'accélération, de vitesse, de pression interne et de l'état de l'accu. On utilise à cet effet la bande 2,4 GHz qui sert également aux transmissions Bluetooth et WLAN. Pour éviter toute asymétrie, l'électronique prend une forme sphérique qui est maintenue très exactement au centre du ballon à l'aide d'une suspension brevetée.

L'équipement des stades est complexe - des conducteurs à fibre optique spéciaux doivent être à des émetteurs de référence et des antennes placées tout le long des limites du terrain. Ceux-ci captent les signaux qui permettent à un ordinateur de déterminer la position précise du ballon avec une tolérance de 1,5 cm. Si le ballon a passé la ligne de but, cette information est transmise à la montre spéciale que porte l'arbitre. Il lui est donc possible de corriger une décision erronée. Les coûts d'équipement se chiffrent à de l'ordre de 200 000 euros par terrain.

On pourrait imaginer un développement de cette technologie par la mise en place d'émetteurs additionnels dans les protège-tibias des joueurs par exemple. On pourrait, à l'aide de cette méthode, déterminer les contacts du ballon, la vitesse de tir, les hors-jeu et qui sait quoi d'autre encore. Nous avons terminé notre travail il ne reste plus qu'à optimiser le système dit René Dünkler, responsable du marketing technique chez IIS.

des résumés UMTS pour handy au prix de 7,50 euros par mois.

Un concurrent, Vodafone, partage ses offres entre la TV sur handy via UMTS (**figure 5**) et la DVB-H. Les responsables nationaux n'ont pas encore fait un choix définitif des licences DVB-H, mais il devrait y avoir des matches de la CM en DVB-H à Berlin, Hambourg, Hanovre et Munich.

La CM de Foot devait non seulement signifier le lancement de la DVB-H mais aussi de la MobileTV selon le standard DMB (*Digital Mobile Broadcasting*). Les discussions entre les protagonistes d'un côté et les problèmes de droits de l'autre se sont traduites par un certain retard. Dans ce cadre, l'attribution de droits de transmission ne s'est faite, pour les premiers, que le 7 mars. Le fait que Tout le monde ne soit pas d'accord ne facilite pas la situation. L'avenir nous dira comment les choses se seront passées.

Dans 4 ans, la FIFA veut commercialiser elle-même les matches en Afrique du Sud pour encore plus de rentrées financières. On parle d'un milliard d'euros de droits pour la seule Europe. Nous sommes curieux de voir ce que l'offre comportera d'additionnel outre du bon football et des écrans de qualité encore meilleure.

(060053-1)

Liens:

<http://fifaworldcup.yahoo.com/06/fr>

www.hbs.tv

www.infrontsports.com

www.world-foot.com/

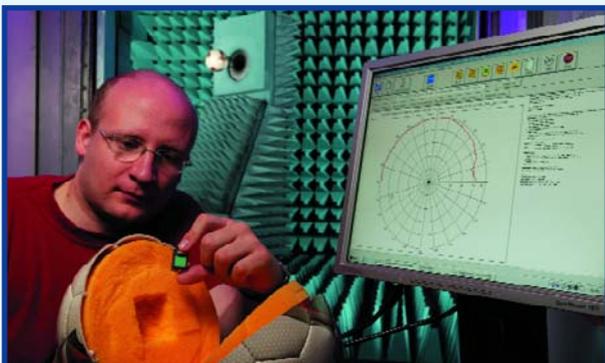
www.planetefootball.com/

www.ard.de (allemand)

www.zdf.de (allemand)

www.premiere.de (allemand)

www.rtl.fr/sports/foot/



La puce radio intégrée dans le ballon est, sur ce prototype, enveloppée de mousse (Illustration : Fraunhofer IIS).



Des antennes implantées tout au long des limites du terrain captent les signaux radio permettant à un ordinateur de calculer la position du ballon à partir des différences des durées de transmission (Illustration : Fraunhofer IIS).

Officiellement, cette technique a subi son baptême du feu l'an passé, du 16 septembre au 2 octobre lors du Championnat FIFA des moins de 17 ans au Pérou auquel participèrent 16 pays et que gagna le Mexique. Bien que tout le monde fût impressionné par la technique, on constata qu'il faudrait encore bien des améliorations. Adidas se refuse à lâcher du lest quant à son standard de qualité. Ce ne seront pas moins de 10 millions de ballons qui seront fabriqués cette année, chaque match de la CM pouvant en requérir jusqu'à 15 dit Thomas van Schaik, le manager Relations Publiques Monde d'Adidas. Dans le laboratoire du fabricant à Scheinfeld et à l'Université de Loughborough, un robot shoote tous les ballons de la même façon. Les déviations du ballon, avec ou sans puce, par rapport à la trajectoire théorique, doivent être minimales. De nos jours, un ballon possède un diamètre de 69 cm et un poids compris entre 441 et 444 g, la présence d'une puce ne devant pas se faire sentir à ce niveau.

Les garants des règles du jeu, à savoir l'IFAB (International F.A. Board) et la FIFA n'avaient pas encore, le 4 mars dernier, pu décider de l'utilisation de la technique « ballon à puce » pour la CM en Allemagne. Il reste une lueur d'espoir pour la technologie allemande de surveillance de la ligne de but : son développement et les essais se poursuivent, sachant qu'elle ne sera utilisée que pour une décision immédiate. L'IFAB et la FIFA sont prêtes à tester d'autres techniques. La Fédération Italienne mise sur des caméras numériques, l'UEFA désirent tester un nouveau système de communication entre l'arbitre et ses assistants. La proposition française d'un système à base vidéo a été rejetée, l'évaluation des phases de jeu se traduisant par un décalage chronologique du jeu.

www.fifa.com/de/regulations/regulation

www.cairos.com

www.iis.fraunhofer.de

www.adidas.de

Passeport à puce

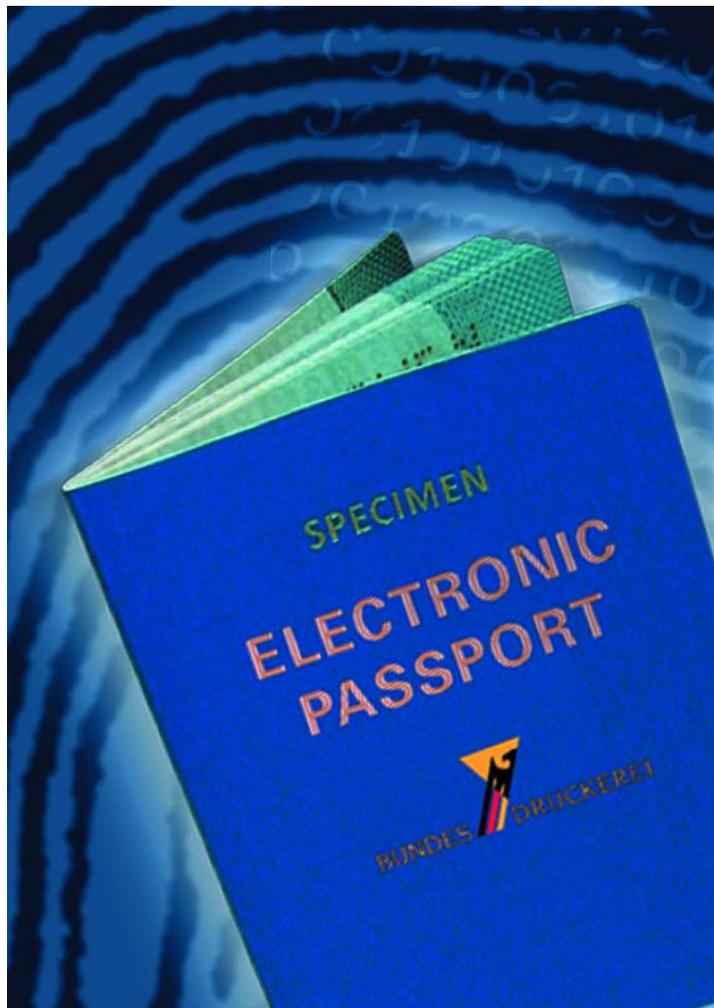
Gerhard Schalk, Philips Autriche

Les passeports électroniques allemands sont équipés d'une puce radio depuis le premier novembre 2005. On peut bien entendu se poser des questions sur la protection des données, tout comme sur la sécurité et la fiabilité de l'identification sans contact. Cette contribution est consacrée à cette puce et aux mécanismes de sécurité sophistiqués mis en oeuvre.

Les nouveaux passeports électroniques allemands sont délivrés depuis le premier novembre 2005 ; leur introduction est prévue pour 2006 dans la plupart des autres pays européens. La biométrie et la protection des données sont de nouveau dans toutes les bouches. On se pose aussi de nombreuses questions sur la sécurité et la fiabilité du processus d'identification sans contact.

Au cours d'une première étape, les seules données enregistrées seront celles qui figurent de toute façon dans le passeport. Il s'agit principalement du nom, de la date de naissance, du sexe et d'une photo de passeport d'environ 15 Ko en format JPEG. Hormis la photo numérique, la page des données du passeport contient déjà toutes ces informations sous forme de zone MRZ (*Machine Readable Zone*) lisible optiquement par une machine. À partir de 2007, il est prévu d'enregistrer aussi dans la puce les 2 empreintes des index.

Une puce sert de support de données. Plus précisément, il s'agit du composant P5CD072 de Philips (dérivé de la famille des « *Smart MX Secure Smart Card Controllers* ») [1]. Selon ses propres déclarations, l'entre-



prise néerlandaise est devenue le numéro un dans ce domaine – plus de trois quarts des pays introduisant le passeport électronique ont choisi les puces Philips. Les puces du fabricant allemand Infineon (« SLE66CLX641 ») sont aussi utilisées dans les passeports allemands [2]. Selon l'entreprise munichoise, il n'est pas rare que les instances concernées (en l'occurrence le Ministère fédéral de l'intérieur) se décident pour plusieurs fournisseurs. Il s'agit dans tous les cas d'un marché considérable. Infineon estime que le nombre de nouveaux passeports allemands à délivrer cette année sera de l'ordre de 2,4 millions et devrait même atteindre 125 millions au niveau mondial.

Les contrôleurs de carte intelligente (*Smart Card Controller*) à interface sans contact sont, contrairement aux puces RFID pour « utilisation normale », des puces à haute sécurité. Ils répondent aux mêmes normes de sécurité que les contrôleurs de carte intelligente munis de contacts utilisés pour les paiements bancaires et les transactions par carte de crédit. De nombreux pays exigent

À l'épreuve du vol de données ?



Photo: Imprimerie Nationale RFA

que la puce utilisée (et le logiciel si nécessaire) soient certifiés selon des critères particuliers. Dans le cas de l'Allemagne ce certificat est attribué par le Bureau fédéral pour la sécurité en technologie informatique (*Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, BSI*).

Les spécifications techniques fondamentales du passeport électronique ont été élaborées par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale OACI (*International Civil Aviation Organization, ICAO*), une institution spécialisée des Nations unies. Cette norme assure l'interopérabilité mondiale des documents de voyage électroniques lisibles par une machine. Toutes les normes techniques OACI sont librement accessibles et peuvent être téléchargées gratuitement à partir de la page d'accueil ICAO [3].

Puce pour carte intelligente

Les contrôleurs de carte intelligente (*Smart Card*) sont en principe des microcontrôleurs spéciaux pouvant enregistrer en toute sécurité des données sensibles et effectuer très efficacement des opérations de cryptage au moyen de

coprocesseurs spéciaux. La ROM de ce type de contrôleur contient le système d'exploitation de la puce (*COS = Card Operating System*) qui attribue la priorité la plus élevée à la sécurité d'exécution des applications et à la protection d'accès des données enregistrées. La puce P5CD072 pour carte intelligente est un contrôleur haute sécurité à double interface (*Dual Interface Smart Card Controller*) équipé d'une ROM 160 Ko, d'une RAM 4,6 Ko et d'une EEPROM 72 Ko. « Double interface » signifie que la puce peut communiquer avec le lecteur aussi bien par l'interface munie de contacts que par l'interface sans contact.

Le CPU possède un pointeur de données (DPTR) de 24 bits et dispose donc d'un espace d'adressage de 16 Mo. Le contrôleur offre un jeu d'instructions totalement compatible avec celui du 8051. Il possède toutefois un nombre assez élevé d'instructions supplémentaires d'accès mémoire rapide pour les coprocesseurs cryptographiques et des instructions spéciales destinées à implémenter efficacement un système d'exploitation pour carte intelligente.

La famille « SmartMX » est programmée au moyen d'un assembleur/compilateur spécial de l'entreprise Keil. L'optimisation (taille mémoire et vitesse) requiert encore de nos jours qu'une partie – voire l'intégralité – du système d'exploitation, soit programmée en langage assembleur. Les systèmes d'exploitation font l'objet de tests poussés au moyen d'émulateurs de l'entreprise Ashling ou Keil avant la fabrication de la ROM à masque de la puce. Comme il est d'usage dans l'industrie des cartes intelligentes, la consultation des fiches techniques, notes d'application, exemples de code et outils de développement est soumise à de strictes restrictions. Seul un abrégé des caractéristiques (« *Short Form Specification* ») peut être téléchargé à partir du site Internet du fabricant [1].

Interface sans contact

L'interface à contact n'est pas utilisée avec les passeports électroniques. La communication ne s'effectue que par l'interface sans contact (ISO/IEC 14443). Les contacts VDD, GND, IO1 à IO3, CLK et RST ne sont donc pas utilisés.

Le module à puce sans contact optimisé et haut de 320 µm seulement conçu par Philips est suffisamment petit et stable pour être utilisé dans un passeport (**figure 1**). Il se différencie fortement des modules à contact pour carte intelligente comportant 8 contacts dorés. Les 2 connexions d'antenne (LA et LB) de l'interface sans contact sont raccordées au module. Le module sans contact comportant l'antenne et la puce est intégré dans le passeport électronique (**figure 2**) au moyen d'un matériau de support spécial dénommé « inlay ». Les connexions d'antenne sont reliées électriquement au module.

L'OACI a principalement choisi la technologie sans contact pour l'absence des défaillances caractérisant la technologie à contact. L'encrassement et l'usure des contacts de ces systèmes sont en effet les sources majeures de défaillances. L'intégration simplifiée des modules

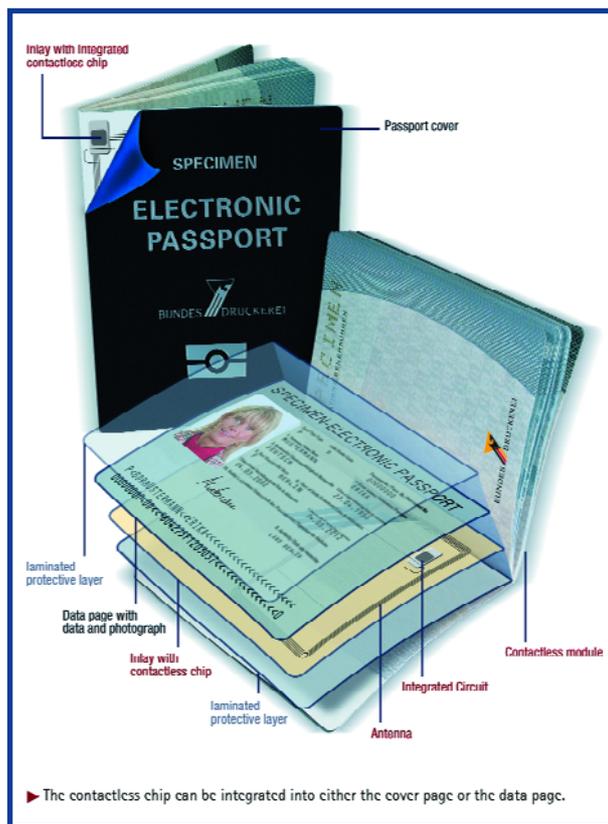


Figure 1. La puce et l'enroulement d'antenne sont placés dans un inlay. (Illustration : Imprimerie nationale [7]).

sans contact dans les passeports de format actuel constitue un avantage supplémentaire. L'intégration directe de la puce dans le passeport le rend en outre moins vulnérable à la contrefaçon. L'OACI accepte plusieurs possibilités d'intégration de la puce dans le passeport. C'est pourquoi la puce change d'habitat selon le pays : on la trouve par exemple dans la page des données ou dans une des couvertures du passeport.

La communication

Le transfert de l'énergie et des données s'effectue par l'antenne intégrée et un circuit spécial de décodage comme dans la plupart des systèmes sans contact. La norme ISO/IEC 14443 définit la transmission des données entre les « cartes de proximité » (*proximity cards*) et une unité de lecture. La distance ne doit pas dépasser 10 cm. Cette norme est identique à la norme industrielle Mifare® (**figure 3**), hormis le protocole de transmission. L'expérience accumulée avec plus de 500 millions



Figure 2. Le contrôleur de carte intelligente n'est épais que de 0,32 mm. (Photo : Philips).

de ces puces sans contact de Philips démontre la fiabilité très élevée du système.

Pour assurer la communication et l'alimentation du contrôleur de la carte intelligente, le lecteur produit un champ électromagnétique HF avec une fréquence porteuse de 13,56 MHz. L'antenne du passeport établit un couplage inductif avec le champ engendré par le lecteur. Une modulation ASK (*Amplitude Shift Keying Modulation*) 100% assure la transmission des données du lecteur au passeport. La fréquence porteuse de ce type de modulation est activée et désactivée. Cela permet à la puce sans contact d'assurer une démodulation très simple et fiable du signal du lecteur.

Un procédé de modulation de charge avec porteuse auxiliaire assure la transmission des données du passeport au lecteur. La fréquence de la porteuse auxiliaire vaut 847 kHz (13,56 MHz / 16). La modulation de la porteuse auxiliaire s'effectue par « tout ou rien » (OOK pour « *On/Off Keying* »). Les taux de transmission 106, 212 et 424 Kbit/s sont actuellement utilisés pour les passeports. Toute la communication se déroule strictement selon le principe maître-esclave où le lecteur tient le rôle de maître.

L'intensité du champ utilisé est fixée entre 1,5 A/m et 7,5 A/m dans ISO 14443. La puissance disponible correspondante de l'ordre de 5 mW à 10 cm permet d'alimenter le CPU et les coprocesseurs du composant P5CD072.

Matériel de la puce

Examinons le schéma fonctionnel du P5CT072 (**figure 4**). On y trouve quelques blocs hardware inconnus dans les microcontrôleurs usuels. L'interface radio CIU (*Contactless Interface Unit*) et le générateur de CRC-16 servent à la communication sérielle sans contact avec l'unité de lecture. L'unité CIU est un UART ISO 14443 spécial sans contact.

Le coprocesseur Triple DES calcule un cryptage ou décryptage 3-DES [4] de 8 octets en moins de 25 µs – et ce complètement par hardware. Le coprocesseur mathématique spécial « *FameXE PKI* » sert à calculer des algorithmes de cryptage asymétriques, par exemple RSA et ECC (*Elliptic Curve Cryptography*). Le calcul de la méthode RSA ou ECC fait toujours appel au CPU et au coprocesseur. Pour améliorer les performances, le CPU prépare les registres pour l'étape suivante pendant le temps de calcul du coprocesseur 32 bits. Certaines fonctions de cryptage requièrent aussi un générateur de nombres aléatoires.

L'accès aux ROM, RAM et EEPROM est toujours effectué par une unité de gestion mémoire MMU (*Memory Management Unit*). L'unité MMU permet de configurer de véritables pare-feu hardware entre le noyau du système d'exploitation et le reste du logiciel composé de blocs fonctionnels et d'applications. Le CPU offre de plus 2 modes de fonctionnement. Le noyau tourne en mode système sans restriction d'accès au matériel. Les sous-fonctions de communication, d'accès aux fichiers, de calcul cryptographique ou les fonctions du passeport sont toujours exécutées en mode d'application. Elles ne disposent, selon la tâche à accomplir, que de régions mémoire limitées et leur accès au matériel est nul ou très restreint. Ce système empêche l'accès illicite à la mémoire ou au matériel par manipulations physiques externes de la puce. Il bloque aussi l'accès illicite au matériel dû à d'éventuelles erreurs du logiciel ou à sa manipulation.

Protection contre les attaques

Le P5CT072 offre encore d'autres caractéristiques améliorant la sécurité. Des capteurs de sécurité surveillent la température, la fréquence et les limites de tension de la puce. D'autres capteurs protègent la puce contre les attaques par la lumière.

Le matériel résiste aussi aux attaques comme « Simple Power Analysis » (SPA) et « Differential Power Analysis » (DPA). Ces 2 attaques sont basées sur la différence de comportement du courant dans les logiques CMOS lors du passage de 1 à 0 et de 0 à 1. Le profil du courant est mesuré par un oscilloscope qui soumet le signal à un traitement approprié. La puce est donc conçue pour que la consommation ne varie pas, plus exactement pour qu'elle soit sans rapport avec la consommation réelle interne de la puce. Le système d'exploitation peut aussi effectuer des calculs factices avec les coprocesseurs. Cela complique la reconnaissance par SPA et DPA de l'instant où les processus de cryptage sont effectués.

La topologie spéciale des puces pour carte intelligente protège aussi les données d'une lecture ou de manipulations illicites. L'utilisation d'une logique d'interface (*glue logic*) permet de diviser tous les blocs numériques du P5CT072 en éléments de petite taille et de répartir ceux-ci sur la surface de la puce. Il est donc impossible d'identifier les blocs fonctionnels comme le CPU ou le bus système. Toutes les mémoires (ROM, EEPROM et RAM) sont « brouillées ». Ce brouillage (*scrambling*) consiste à mélanger les lignes d'adressage, de données et de commande des mémoires (par exemple les adresses ne croisent pas linéairement). L'adresse de la cellule mémoire qui suit l'adresse 1000 de l'EEPROM n'est donc pas l'adresse 1001, mais est complètement aléatoire. Il est donc impossible de lire les données dans leur ordre logique. La RAM est même recrée dynamiquement : les adresses et les cellules mémoire sont attribuées aléatoirement les unes aux autres lors de la réinitialisation qui suit la mise sous tension.

Les exigences de sécurité pour les puces de carte intelligente (et donc aussi pour le passeport) s'étendent en fait bien au-delà de la conception de la puce. L'intégralité de la fabrication des puces et des passeports, de la distribution des produits et de l'informatique est soumise à des prescriptions de sécurité spéciales.

Le système d'exploitation

Le système d'exploitation des cartes intelligentes et le logiciel d'application du passeport allemand ont été réalisés par T-Systems, une filiale de l'entreprise de télécommunication Telekom. Le système d'exploitation de base se compose des modules fonctionnels suivants : communication par l'interface sans contact, exécution séquentielle des commandes, gestion du système de fichiers et accès aux algorithmes et fonctions cryptographiques.

L'organisation des systèmes de fichiers des cartes intelligentes est similaire à celle des fichiers DOS sur un PC. Le système de fichiers d'un passeport est enregistré dans l'EEPROM de la carte intelligente lors de la personnalisation du passeport. Les données ne peuvent plus être modifiées après la personnalisation (c'est-à-dire l'enregistrement des données personnelles). Toutes les commandes d'écriture sont en effet désactivées irréversiblement par le système d'exploitation.

L'OACI a défini des fonctions de sécurité supplémentaires pour le passeport électronique. L'intégrité et l'authenticité

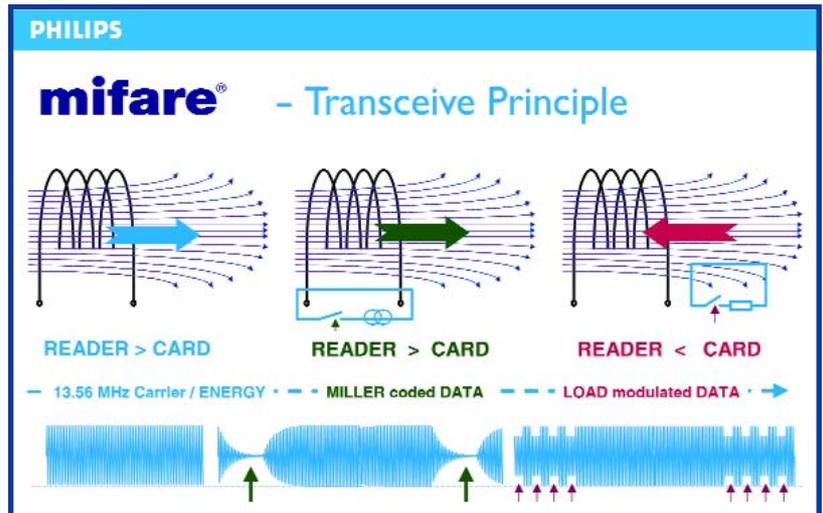
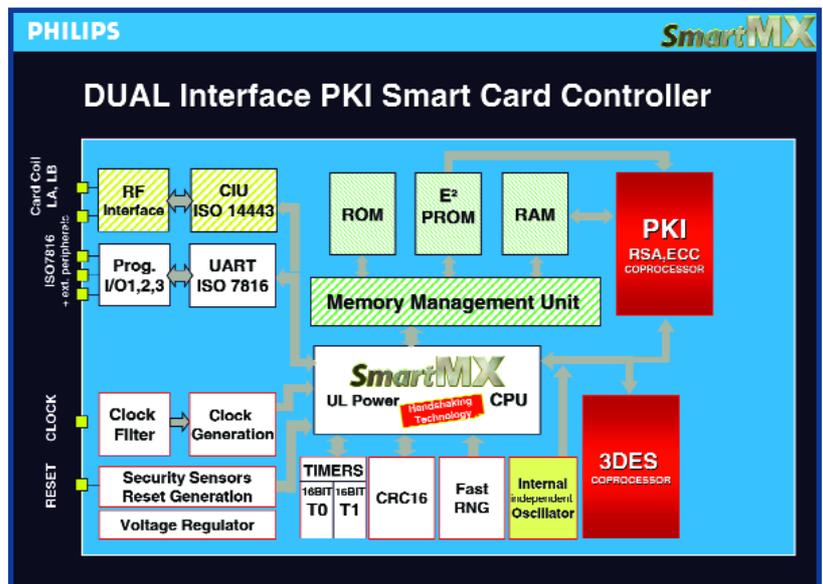


Figure 3. Communication entre l'unité de lecture (Reader) et le contrôleur de carte intelligente (Smart Card Controller) selon le principe Mifare®. Lors de la lecture, la carte module le signal du lecteur en modifiant la charge du circuit oscillant. (Illustration : Philips).

Is Big Brother watching you ?

Un numéro unique (Unique Identification Number = UID) est enregistré dans l'EEPROM lors de la fabrication des puces RFID et des puces pour carte intelligente. Cet UID permet d'activer successivement plusieurs cartes reconnues simultanément par le lecteur (protection contre les collisions). Mais un UID permettrait d'établir une relation directe avec le détenteur du passeport ce qui, selon les défenseurs de la confidentialité des données, faciliterait l'établissement d'un fichier de déplacement. Cela ne s'applique pas aux passeports de l'UE. En effet, l'UID est remplacé par un nombre aléatoire (Random ID) envoyé par la puce. Ce nombre ne vaut que pour la session en cours.

Figure 4. Schéma fonctionnel du contrôleur de la carte intelligente (Illustration : Philips).



Lire au passage ?

On peut déjà se procurer pour quelques euros des étuis en aluminium [7] protégeant le passeport des regards électroniques indiscrets. Ces craintes sont toutefois dépourvues de base : le passeport UE est protégé contre la méthode d'accès « Basic Access Control » (BAC) tant qu'il est fermé. Ce n'est que lorsque le voyageur remet son passeport à un garde-frontière qu'il participe indirectement à l'extraction des données. Le garde-frontière place la page des données du passeport ouvert sur un terminal spécial. Ce terminal pour passeports possède un lecteur optique de la zone lisible par machine (MRZ) ainsi qu'un lecteur sans contact.

Il faut lire optiquement la zone lisible par machine avant de pouvoir accéder aux données du passeport. Ces données optiques fournissent une clé d'identification individuelle du passeport. Ce « secret partagé » permet au passeport de s'assurer qu'il communique avec un véritable terminal pour passeports et réciproquement. Cette méthode est beaucoup plus sûre qu'une simple authentification comme celle basée sur un NIP. Dans ce cas, on se borne à envoyer une seule information secrète (en l'occurrence le NIP) à la carte. La carte confirme que cette information est correcte.

Lorsque la vérification BAC a été effectuée avec succès, la communication entre le terminal et le passeport est cryptée par un Triple DES (clé de 112 bits) [5]. Elle est donc protégée contre une « écoute » illégale. Les données sont aussi protégées contre les manipulations illicites par un total de contrôle cryptographique.

À partir de 2007, il est prévu d'enregistrer aussi 2 empreintes digitales dans la puce. Les empreintes digitales étant des données très confidentielles, leur sécurité nécessite une protection d'accès renforcée (« Extended Access Control », EAC). Cette méthode repose sur un mécanisme d'authentification à clé publique par lequel le lecteur de passeport s'identifie comme étant autorisé à lire les empreintes digitales. Le pays de délivrance détermine quelles données sont accessibles à un lecteur étranger de passeport.



des données enregistrées dans la puce sont protégées par une signature numérique. Les empreintes numériques (*hash values*) [5] de la signature sont enregistrées dans un fichier séparé. Cette signature numérique permet de s'assurer que les données proviennent d'une source autorisée et n'ont pas été modifiées après leur création. Chaque pays de délivrance est en possession d'un certificat enregistré dans un répertoire à clé publique de l'OACI et contresigné par la plus haute instance de certification.

(060010-1)

Liens

- [1] www.semiconductors.com/products/identification/
- [2] www.infineon.com/security_and_chipcard_ics
- [3] www.icao.int/mrtd/download/technical.cfm
- [4] http://fr.wikipedia.org/wiki/Data_Encryption_Standard
- [5] http://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_de_hash
- [6] <https://shop.foebud.org/index.php/language/en>
- [7] www.bundesdruckerei.de/en/index.html



Les passeports électroniques pourraient bientôt faire disparaître des frontières de nombreux fonctionnaires renfrognés.
(Illustration : Philips).

RFID & sécurité Les

Paul Goossens

Les étiquettes RFID deviennent d'usage courant. On s'en sert dans les systèmes de paiement des transports en commun dans différentes villes et pour l'identification dans les bibliothèques. Nous allons voir dans cet article où l'on en est en ce qui concerne la sécurité et le respect de la vie privée.

Les étiquettes RFID (tags) sont de petites puces spécialisées dotées d'une petite antenne. Dès qu'un tag de ce genre se trouve à proximité du lecteur correspondant, la puce RFID se voit alimentée par l'énergie émise par le lecteur. Le lecteur et la puce peuvent assurer une communication bilatérale par le biais de ces ondes radio. Comme ils sont sans fil, les tags RFID connaissent de nombreux domaines d'application. Il n'est pas nécessaire que l'étiquette soit visible pour qu'elle puisse communiquer avec le lecteur. Ceci présente cependant aussi quelques inconvénients. Le « possesseur » d'un tel tag RFID ne détecte normalement pas qu'il y a lecture et ignore si une tierce partie espionne son propre tag.

Inconvénients

Imaginons que vous mettez un morceau de viande (doté de son tag RFID) dans votre chariot. Dès que vous passez à proximité du rayon des vins votre chariot doté d'un lecteur vous signale quel est le vin qui conviendrait le mieux à votre viande. Si l'exemple ci-dessus est innocent, que penser du fait que des tiers puissent être en mesure de lire l'information contenue par votre passeport et la recopier, ou qu'ils facturent à votre compte l'essence prise dans une station-service ? Nous ne tenons vraiment pas à être l'objet de tels détournements aux conséquences désastreuses. Actuellement, différents groupes de personnes s'occupent à rendre public de tels dangers, ceci en vue d'inciter à la prudence lors de l'utilisation de ces nouvelles technologies et d'insister sur l'importance de l'aspect sécurité dont les fabricants et les instances utilisatrices doivent impérativement tenir compte.

C'est ainsi qu'un groupe d'étudiants a « craqué » le système RFID « Exxon Mobile Speed Pass » utilisé par les stations services américaines de la marque Exxon en tant que système de paiement. Les tags RFID utilisés sont bien dotés d'un dispositif d'encryptage mais ceci n'a pas empêché les étudiants de pouvoir payer à l'aide d'un TAG RFID qu'ils avaient recopié. Ils ont, à l'aide d'un appareil de leur cru, intercepté (à distance et donc incongnito) la communication entre la carte de paiement RFID et le lecteur correspondant. L'analyse de cette communication leur a permis de décrypter la sécurisation et de recopier de la carte de paiement RFID.

Ils ont ensuite, à titre de confirmation, essayé, avec succès de prendre de l'essence et de payer automatiquement à l'aide de leur carte RFID recopiée. Il va sans dire qu'ils avaient recopié leur propre carte de paiement RFID pour ne pas effectuer une opération illicite.

Depuis lors on a même vu naître le premier virus RFID développé par l'un des membres d'un groupe de recherche de l'Université Libre d'Amsterdam. Ce virus a été écrit pour l'un de leurs propres systèmes RFID, et non pas pour un équipement commercial. Ce qui n'empêche que ce virus prouve à l'évidence qu'il est temps de réfléchir aux dangers qui entourent la technologie RFID.

Melanie Rieback

L'auteur de ce virus, Melanie Rieback, a écrit ce virus pour attirer l'attention sur la problématique entourant la sécurité de la technologie RFID. De son avis, la sensibilité des données privées et la sécurité ne constituent pas uniquement un problème pour le consommateur mais aussi pour les sociétés désirant utiliser cette technologie. Lorsque l'on découvre combien d'articles ont été écrits suite à cette annonce, il est certain qu'elle a atteint le but recherché. Depuis, Melanie a été contactée par plusieurs sociétés pour les aider à mieux sécuriser leurs logiciels RFID. D'autres sociétés actives dans le monde du RFID ont très peu apprécié ce virus dont, à leur avis, la réputation était surfaite. Outre la carte « Exxon Mobile Speed Pass » évoquée plus haut, Melanie nous affirma que le nouveau passeport néerlandais n'est pas à l'abri d'un décryptage. Une société de Delft (NL), « Riscure » a prouvé que la technologie RFID en question n'avait pas le niveau de sécurité requis. Il n'a fallu que quelques heures pour décrypter la clé de cryptage d'un tel passeport; il est dès lors possible de lire, sans que personne ne le sache, la date de naissance, les données de la photo et des empreintes digitales enfouies dans ce nouveau passeport. Averti, le Ministère des Affaires Étrangères a annoncé une amélioration de la sécurisation de cette technologie.

Le passeport néerlandais n'est pas le seul à avoir des problèmes de sécurité au niveau du tag RFID, il en va de même pour son homologue américain. Lors d'une conférence « Freedom & Privacy » un membre du comité « Civil Liberties » a démontré qu'il était possible de lire le nouveau passeport américain à une distance de 1 mètre déjà, alors que les fabricants prétendent qu'il faut l'approcher à quelques centimètres pour la lecture.

Douteux

Suite à ces exemples, Melanie se demande si l'industrie a tiré les leçons qui s'imposent. Les voitures sont testées de fond en comble avant d'être autorisées à prendre la route, pourquoi cela n'est-il pas le cas avec une technolo-



virus menacent les étiquettes RFID

gie mettant en jeu la vie privée d'autrui ? Comment l'homme moderne peut-il faire confiance et accepter ces développements s'ils n'ont pas été suffisamment testés ? Jusqu'à présent ce ne sont que des laboratoires de recherche qui ont mis à mal la technologie RFID, mais qui peut garantir qu'il n'y a pas d'esprit malveillant souhaitant le faire ou l'ayant déjà fait ? Dès lors qu'il y aura suffisamment de systèmes RFID ce n'est plus qu'une question de temps pour le vrai test : celui de la pratique. Hélas il sera trop tard alors.

Même les puces RFID destinées à se substituer aux codes à barre peuvent servir à recueillir des informations sensibles ayant trait à la vie privée des acheteurs. Chaque RFID doté d'un numéro de série unique peut servir à tracer le trajet suivi par le client, son comportement d'acheteur, etc. Depuis plusieurs années déjà, des organisations tirent le signal d'alarme quant aux effets néfastes des RFID. L'industrie réagit à cette sorte de nouvelles comme si elles avaient pour but un boycott total des RFID et ne les prend pas vraiment au sérieux.

Solutions et barrières

Il y a heureusement des méthodes permettant de faire face à ces dangers. Il existe ainsi des bloqueurs (*jammer*) de RFID servant à empêcher la communication entre l'étiquette et le lecteur RFID. Si quelqu'un se promène avec un tel appareil en poche, il devient impossible de lire les étiquettes RFID dans son entourage immédiat. Melanie fait partie d'un groupe de recherche chargé du développement du RFID-Guardian, appareil au fonctionnement plus fin que celui d'un bloqueur.

Il est possible, à l'aide du RFID-Guardian, de choisir soi-même quelles étiquettes RFID restent lisibles et lesquelles ne le seront plus. L'appareil offre la possibilité d'analyser les demandes des lecteurs RFID et, en fonction du résultat, d'autoriser ou non la communication. Il serait possible ainsi de permettre à votre carte de transports en commun de communiquer mais de bloquer toutes les autres étiquettes RFID. Ce système rappelle quelque peu le firewall de votre ordinateur.

Une voix

Il est important, de l'avis de Melanie, que les consommateurs se fassent entendre et qu'ils exigent un niveau de sécurité plus élevé. On a déjà procédé à des tests avec des puces RFID mieux protégées, mais uniquement en laboratoire. La mise en oeuvre à grande échelle de cette meilleure sécurité coûte de l'argent, beaucoup d'argent. Tant que le consommateur se contente d'un niveau de sécurité faible, pourquoi les fabricants iraient-ils dépenser plus d'argent pour cette sécurité supplémentaire ? Actuellement, un certain nombre de commissions redéfinit les standards des RFID. Espérons que la barre de sécurisation soit placée plus haut qu'aujourd'hui. Il va sans dire que les fabricants de puces RFID eux aussi font partie des dites commissions. Ils souhaitent bien entendu pouvoir uti-

liser la technologie dans son état actuel sans avoir à dépenser de fortes sommes pour améliorer leurs produits.

Droit de réponse

À la suite de ces résultats nous avons demandé une réaction à Philips, l'un des plus grands fabricants de puces RFID au monde.

Philips nous a fait savoir être au courant des dangers auxquels est confrontée la technologie RFID. Ils trouvent important de suivre ce genre de développements et d'être informé des risques auxquels doit faire face cette technologie. Philips insiste sur l'importance de savoir comment le virus a été testé et de signaler qu'il s'agit ici d'un système ayant été conçu pour pouvoir être « craqué ».

Le danger de ce type d'information est que celle-ci est également lue par des personnes qui ne connaissent rien à la méthode utilisée. Ceci peut se traduire par une interprétation erronée et la naissance d'une image fautive chez le consommateur.

D'après Philips, leurs étiquettes RFID utilisées dans les passeports et les systèmes de paiement sont si bien protégées que leur niveau de sécurité est supérieur à celui des paiements via Internet. Philips fournit ainsi, entre autres, les tags RFID à Visa pour ses « cartes bancaires ». Visa a bien entendu testé ce système à fond avant d'en autoriser l'utilisation avec leurs cartes de paiement.

Le type de sécurité utilisé dans un système dépend du type d'application à base de RFID. Depuis 1994, Philips a délivré plus de 500 millions de puces RFID Mifare, utilisées entre autres dans un système de paiement pour transports en commun. On ne connaît pas un seul cas de falsification de ce type de puce RFID.

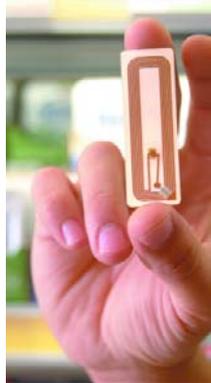
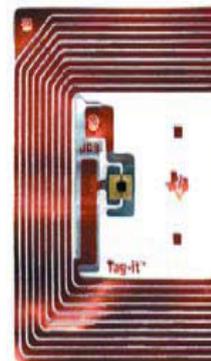
Conclusion

Les étiquettes RFID vont jouer un rôle de plus en plus important dans notre société. On peut difficilement évaluer les problèmes de sécurité qu'elles peuvent engendrer, mais il est certain qu'il faut rester critique à leur égard. Le jour où nous leur confierons nos affaires bancaires, nos données de santé et d'autres informations sensibles il sera important de protéger ces informations contre tout accès illicite.

Nous trouvons d'un côté les fabricants de RFID qui nous promettent plus de luxe et de confort grâce à la mise en oeuvre des puces RFID, de l'autre des groupements qui pensent que l'arrivée de la technologie RFID est annonciatrice de l'Apocalypse. Qui aura raison ? Comme bien souvent, la vérité doit se situer à mi-chemin. Nous vous tiendrons au courant des développements !

Liens Internet :
<http://rfidanalysis.org/>
www.rfidvirus.org/
www.riscure.com/
www.rfidjournal.com

(060174-1)



Scopemètres

Tout dans la main

Jan Steen

Il y a quelque temps, nous vous avons proposé un test exhaustif d'oscilloscopes USB. Dans une sorte de prolongement de cet article, nous allons passer en revue et examiner une dizaine de ce que l'on appelle des « scopemètres ».

L'objectif primaire des scopemètres est d'être mobiles. Il s'agit bien souvent, comme dans le cas des oscilloscopes USB, d'instruments de mesure multifonctions. S'il en existe quelques-uns qui sont de purs oscilloscopes, la plupart peuvent également faire office, par exemple, de multimètre ou d'analyseur FFT. Il arrive aussi que nous découvriions des fonctions additionnelles qu'il est facile, grâce à la technologie actuelle, d'intégrer dans un instrument de mesure telles que fréquencesmètre ou générateur de fonctions. Les possibilités et calibres disponibles varient d'un appareil à l'autre et sont à l'évidence fonction du prix.

Bien que de dimensions sensiblement supérieures à des multimètres numériques, les scopemètres se tiennent dans une main de sorte que l'on dispose de l'autre pour effectuer la mesure. Si la taille de l'affichage LCD varie d'un modèle à l'autre, il est en règle générale bien plus grand que celui d'un multimètre numérique « ordinaire », permettant une excellente visualisation des résultats de mesure. Les modèles les plus chers ont un écran encore plus grand, voire un écran couleur. Nous avons même pu admirer un modèle doté d'un écran tactile.

Environnement d'utilisation

Le domaine d'utilisation d'un scopemètre est plus ou moins prédestiné. Bien qu'il y ait des modèles pouvant parfaitement être utilisés dans l'environnement statique d'un point de travail, ces instruments sont destinés à une utilisation mobile. La compacité et leur poids limité combinés à l'absence d'une prise secteur 230 V grâce à la présence d'accus ou de piles internes font que ces appareils conviennent à merveille au dépannage dans les endroits les plus divers.

Le transport d'un tel instrument est facile. Si l'on doit se déplacer par avion à l'étranger pour effectuer des mesures quelque part « *in the middle of nowhere* » on emportera plus facilement un scopemètre qu'un oscilloscope classique. Certains modèles sont pour cette raison dotés d'un solide coffret dans lequel trouvent bien souvent place les différents accessoires de mesure.

Professionnel – semi-professionnel

Nous avons utilisé, comme critère de catégorisation, pour des raisons de facilité, le prix d'achat. Nous avons baptisé semi-professionnel tout ce qui

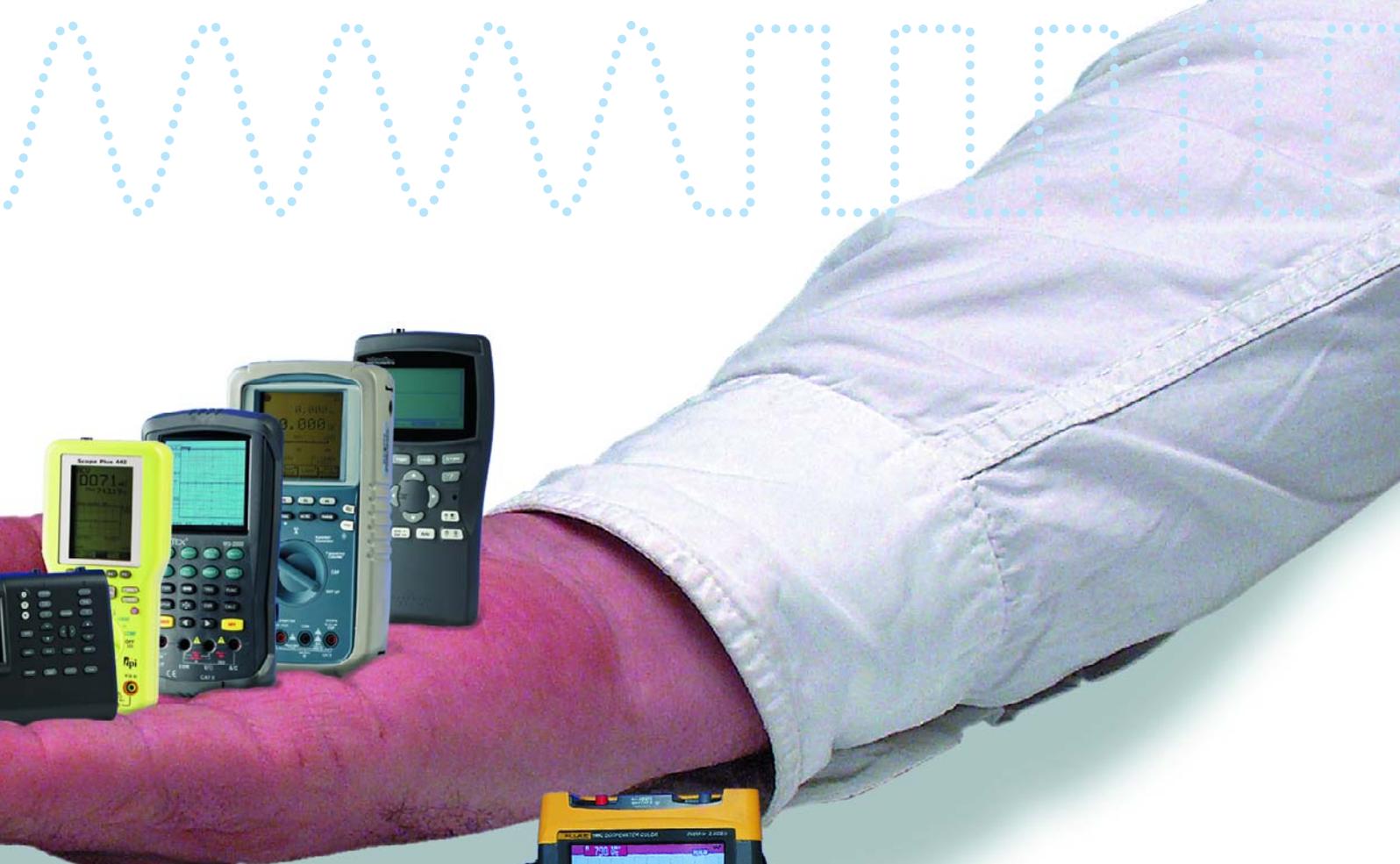
coûte moins de € 1 000 et professionnel tout ce qui dépasse ce prix. Ceci ne signifie cependant pas que l'on ne pourrait pas, par exemple, utiliser professionnellement un scopemètre de € 500. On peut imaginer des situations dans lesquelles on a besoin, dans un environnement ou situation « professionnelle », de visualiser graphiquement une certaine tension sans que la précision du signal mesuré n'ait d'importance. Il suffit bien souvent de relever la simple présence d'un signal donné sans qu'il ne soit nécessaire de connaître les valeurs exactes ou d'analyser les formes de signal.

Les instruments les plus chers ont un affichage plus grand et de meilleure qualité et offrent plus d'options combinées à une plage de mesure et/ou une fréquence d'échantillonnage plus élevée.

Échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage indique la fréquence, par unité de temps, d'une certaine mesure dont le résultat est visualisé à l'écran. Ce signal est constitué de points de mesure. L'instrument se charge d'une visualisation coordonnée de ces





« points ». Disposer d'une fréquence d'échantillonnage très élevée n'a guère de sens si l'affichage LCD possède une résolution (nombre de pixels) faible. Il faut que ces 2 facteurs soient interreliés. De plus, la fréquence d'échantillonnage est à l'évidence couplée à la fréquence la plus élevée mesurable. On a besoin, pour échantillonner un signal d'entrée, d'au moins 2 mesures par période du dit signal. À partir de là, le logiciel peut, par interpolation, reproduire une forme de signal mais sous forme sinusoïdale uniquement même si le signal présente une forme toute différente. On a besoin, pour une reproduction correcte de la forme d'onde, de plus d'échantillons, d'au moins 8 à 10 par période du signal d'entrée, en encore plus pour les détails...

Dans la pratique on peut admettre comme règle que la fréquence maximale que puisse mesurer un oscilloscope échantillonnant est du dixième environ de la fréquence d'échantillonnage. Dans le cas d'un appareil de

1 G \acute{e} /s (é/s = échantillons/s) cela se traduit par une bande passante analogique de 100 MHz. Si l'on a juste besoin de suivre un signal, un tel appareil peut traiter des fréquences allant jusqu'à 500 MHz.

Toujours veiller, avec un oscilloscope

numérique, à ce que le signal d'entrée ne comporte pas de fréquences supérieures à la moitié de la fréquence d'échantillonnage, sous risque de voir apparaître des produits de repliement (*aliasing*) donnant des formes d'ondes très bizarres.

Test pratique

Pour ce test nous avons demandé 10 scopemètres récents à leur fabricants et distributeurs. Nous les avons essayés dans une situation pratique et avons relevé plus particulièrement la mise en oeuvre et les possibilités des instruments. Chacun des appareils est présenté brièvement sur les pages qui suivent.

ScopeMeter™

Le terme de scopemètre est devenu, « dans le langage courant », synonyme de petit oscilloscope portable. Ceci est en fait abusif vu que le terme ScopeMeter est une marque déposée de Fluke ne pouvant être applicable qu'aux instruments de Fluke. Tous les autres instruments devraient en fait être appelés oscillos portatifs mais sûrement pas ScopeMeter.

Pour info : Fluke a de concert avec Philips, développé et commercialisé, dès 1990, le premier oscillo portable baptisé ScopeMeter.

Velleman HPS40



Ce qui nous frappe immédiatement, dans le cas du HPS40, est sa simplicité. Il ne comporte, outre un quarteron de boutons servant à naviguer dans le menu, qu'un nombre limité de boutons sur l'avant. Cette simplicité d'utilisation est plus ou moins commune à la plupart des scopemètres. N'importe quelle télécommande de téléviseur ou magnétoscope est plus complexe que cela.

Le HPS40 est un appareil compact pratique. Le dessus est doté de 3 embases : une connexion BNC pour la sonde, une entrée pour adaptateur secteur (en option) et une embase RS-232 à opto-isolation. Le HPS40 possède une fréquence d'échantillonnage maximale de 40 M \dot{e} /s. Il en existe une version plus simple, le HPS10, de 10 M \dot{e} /s. L'affichage LCD est un 112 x 192 pixels rétro-éclairé à extinction automatique au bout d'un certain temps.

Pratique

Il n'y a pas grand chose à signaler quant à la mise en oeuvre. Le HPS40 est un instrument de mesure simple. C'est « uniquement » un oscillo sans autre fonction de mesure. L'utilisation de cet appareil simple ne pose pas le moindre problème. C'est l'un des scopemètres les plus simples de notre test. Il ne faut pas en attendre des miracles. La visualisation de tensions alternatives simples est OK, mais la valeur de la fréquence d'échantillonnage entraîne des limitations évidentes.

Conclusion

Instrument peu « impressionnant » qui est cependant bien fini. Instrument de mesure relativement simple aux spécifications moyennes. Il y a plus d'impressionnant que sa fréquence d'échantillonnage de 40 MHz. L'utilisation présente des limitations évidentes. Parfaitement utilisable pour des mesures de tous les jours et/ou pour le hobbyiste.

Avec un prix de € 350, TVA incluse, le HPS40 est l'instrument le moins cher de ce test. Vous aurez l'instrument, un câble RS-232, une sonde et une valise plastique pour le transport.

Wittig Multiscope 20 M \dot{e} /s



À l'image du HPS40 de Velleman, le Multiscope est un instrument relativement simple quant à ses spécifications, ce qui en limite l'utilisation. Il s'agit cependant d'une version 2 voies; il est livré avec mini-valise plastique, chargeur/adaptateur, 2 sondes, câble RS-232 et logiciel PC sur CD-ROM pour transfert sur PC des mesures relevées. Le taux d'échantillonnage est de 20 M \dot{e} /s par canal. L'alimentation peut se faire à l'aide de 6 piles AA.

Il s'agit d'un véritable instrument de « poing » facile à saisir en raison de la finesse de sa partie inférieure. Le haut, plus large, comporte l'écran de 128 x 64 pixels. Comme sur tous les scopemètres, ici aussi un rétro-éclairage. Le Multiscope est un oscillo pur et dur. On a bien sûr également affichage, à l'écran, de la valeur numérique (RMS).

Pratique

Tous les scopemètres sont relativement simples à mettre en oeuvre. Ceci vaut également pour ce Multiscope. Il se différencie par sa présentation, comportant, à l'image d'un GSM, un mini-clavier numérique. Il suffit d'ouvrir le manuel pour s'en sortir dans la plupart des cas. Les touches de navigation situées au-dessus du clavier numérique permettent une promenade souple dans le menu auquel permet d'accéder le bouton central.

Conclusion

Le Multiscope est un instrument ne prétendant pas réaliser des merveilles. Ses spécifications sont, à l'évidence, limitées, ce qui le réserve uniquement aux mesures simples. Pour le reste, un appareil attrayant avec valise dans laquelle on peut stocker tous les accessoires. Un objet attrayant pour le plein air, aux limitations indéniables mais au prix en conséquence. Le Multiscope ne coûte que € 350 hors-TVA.

Quelques jours après la clôture de ce test, son fabricant, Wittig, nous a annoncé la fin de production de ce modèle qui sera remplacé par un nouveau type de scopemètre.

Wens 700S



Une première impression positive. L'instrument paraît robuste avec sa face avant gris-bleu et son enveloppe grise le protégeant contre les chocs. Bien qu'un peu plus gros, il reste bien maniable. Un set d'accus NiMH de 2 x 3,6 V/2 100 mAh assure l'alimentation.

Nous retrouvons ici un rotacteur de commande comme sur le Merconet par exemple. S'il est utilisable en oscilloscope (logique ! direz-vous) le Wens 700S embarque, à l'image de la plupart des scopemètres, quasiment toutes les fonctions disponibles sur les multimètres numériques normaux avec en plus un générateur de fonctions et un fréquencemètre (allant jusqu'à 1,3 GHz). La fréquence d'échantillonnage est de 25 Mé/s max. Le générateur de fonctions fournit des signaux sinus, en dents de scie et carrés de 40 Hz à 1 MHz. Une liaison RS-232 permet de le relier à un PC.

Pratique

Tout en « jouant » nous nous en sortons sans manuel. Quelques difficultés pour découvrir comment allumer le rétro-éclairage de l'affichage. À noter que le manuel est en allemand, ce qui est logique, l'appareil nous ayant été livré directement par son distributeur allemand, ELV. La mise en oeuvre de l'appareil est heureusement intuitive de sorte que le technicien lambda s'en sortira sans problème.

Le passage en fonction oscillo donne une belle image sur l'affichage graphique dont les dimensions sont de 63 x 63 mm. Les détails d'un signal sont relativement bien visibles.

Conclusion

Indéniablement un bel appareil bien fait à l'aspect solide. Facile à utiliser mais au domaine d'utilisation limité en raison de ses spécifications. Ce n'est pas l'appareil que nous choisirions pour mesurer des tensions de fréquence élevée. S'il est relativement encombrant, il met à disposition un affichage de bonne taille.

En résumé : un appareil intéressant au prix abordable doté de différentes fonctions additionnelles.

Seintek S2405



Le Seintek S2405 est le « grand » frère du S2401. Il s'agit d'un appareil relativement simple, ce qui est aussi le cas des spécifications. La fréquence d'échantillonnage est de 25 Mé/s en mode 2 voies et de 50 Mé/s en mode mono-canal. S'il est correct, ce taux d'échantillonnage est limite, pour le moins, pour des mesures sur, par exemple, un signal vidéo. Ces spécifications conviennent à des mesures simples sur des signaux audio ou autres tensions « ne grimpant pas trop en fréquence ».

L'écran de 132 x 128 pixels est monochrome (comme sur tous les instruments de cette classe de prix). Il n'en est pas moins bien lisible et, évidemment, à rétro-éclairage. L'appareil est bien conçu avec de belles touches et une ceinture (amovible) de protection en caoutchouc. L'instrument est accompagné d'un adaptateur, d'une paire de sondes à fiches banane « classiques », de 2 câbles de mesure pour mesures normales, d'un câble RS-232 et d'une disquette de logiciel. Nous préférierions un CD-ROM. Les disquettes ne sont plus d'actualité. Le tout se trouve dans une sacoche de transport en nylon.

Pratique

Il n'est pas nécessaire d'avoir un titre de docteur pour s'en servir. N'appelle guère de remarque. Tout va de soi et il n'y a pas même besoin d'ouvrir le manuel (en anglais). Les signaux de mesure sont joliment présentés. Les menus sont clairs et faciles à parcourir. Stocker des images pour ensuite les transférer par le port RS-232, l'enfance de l'art avec cet appareil.

Conclusion

N'a rien d'impressionnant. Cet appareil est, à l'évidence, destiné aux mesures standard dont les résultats de mesure ne doivent pas répondre à des exigences sévères. Sa ceinture de caoutchouc donne au S2405 un aspect solide, dès qu'il en est débarrassé, il fait un peu « bon marché ». Avec ses 400 (hors-TVA) il l'est en fait aussi. Si cette somme peut sembler élevée, elle nous campe dans la catégorie « abordable » des scopemètres.

Metex MS-2000



Metex a mis une paire de scopemètre à notre disposition, dont le MS-2000. Cet « Handy-scope » est un instrument de mesure 1 voie utilisable également en multimètre, sonde logique ou fréquencemètre (5 chiffres) dont la plage de mesure s'étend jusqu'à quelque 10 MHz. La partie oscillo n'en impose pas vraiment par ses spécifications. La fréquence d'échantillonnage n'est que de 10 Mé/s. Rien d'impressionnant.

Pour sa classe, l'affichage LCD est de bonne taille, avec une résolution correcte. Les dimensions sont, dirons-nous « moyennes ». L'ensemble comprend, outre l'appareil lui-même, une sonde, un câble RS-232, des câbles de mesure, un adaptateur fiches banane vers BNC et une disquette de logiciel. Les instruments de Metex sont, comme ceux de Seintek, livrés dans une sacoche nylon pouvant abriter tous les accessoires. Le Metex permet aussi une mesure « graphique » des résistances, condensateurs et diodes.

Pratique

Un paragraphe dont nous pourrions lentement nous passer. Tous les scopemètres passés en revue jusqu'à présent sont simples à utiliser. Chapeau aux fabricants. Le Metex est un livre ouvert. L'affichage est parfaitement lisible.

En mode instrument de mesure les chiffres affichés sur l'écran sont « énormes », pas nécessaire de saisir une loupe. Le paramétrage de la sensibilité se traduit, de temps à autre, par l'activation d'un relais, surprenant mais rien de gênant.

Conclusion

Instrument complet. Propre et de qualité, à ceinture de protection amovible. Jolie sacoche. Clair et agréable à utiliser. Utilisable en oscillo, multimètre et fréquencemètre, mais aux spécifications peu impressionnantes. La fréquence d'échantillonnage de 10 Mé/s est la plus faible des appareils testés. Le fréquencemètre ne va pas au-delà de 10 MHz. Utilisable uniquement pour des mesures BF. Son prix ? € 410 hors-TVA.

Velleman APS230



Ce Velleman est d'un tout autre calibre que le HPS40 ou le HPS10. Il a bien plus de potentiel que les membres de la série HPS.

Il s'agit, pour commencer, d'un instrument de mesure à 2 voies dotée de 2 entrées BNC distinctes. Il est également livré, en standard, avec 2 sondes de bonne qualité.

La forme diffère du tout au tout de celle des appareils de la série HPS. Il est difficile de le qualifier de « de poing ». Il s'agit plutôt d'un parallélépipède rectangle parfaitement utilisable cependant en portable. De bonnes performances. Le taux d'échantillonnage max est de 240 Mé/s par voie. Son grand LCD fait 128 x 192 pixels.

Pratique

Un instrument avec lequel on a plaisir à travailler. L'APS230 est un oscillo pur sang, sans fonction de multimètre, générateur de fonctions ou fréquencemètre. Il reste cependant capable d'effectuer des mesures et visualise à l'écran des valeurs telles que crête à crête et RMS. L'APS230 est facile d'emploi grâce aux boutons clairs de sa face avant dont la fonction est évidente et amène au résultat recherché. Il faut s'habituer au branchement des sondes fournies, car on ne sait pas très bien jusqu'à où les « serrer ». Les embases BNC conviennent à tous les types de sondes.

Sur l'écran, les 2 voies peuvent être superposées, placées l'une à côté ou l'une en-dessous de l'autre, avec ou sans graticule. L'interface RS-232 permet le transfert de recopies d'écran vers un PC.

Conclusion

Nous avons apprécié cet oscillo portable, surtout compte tenu de son prix de 470 (hors-TVA). Fourni avec sondes, câble RS-232 et fiches d'adaptation pour l'adaptateur secteur. En résumé, si l'on recherche un oscilloscope portable pratique et pas trop cher, c'est ce qu'il vous faut à condition bien entendu que les mesures à effectuer entre dans le cadre de ses spécifications et/ou calibres de mesure.

Merconet VK06



Ce scopemètre n'est pas en fait destiné aux applications en électronique. Comme le dit Merconet lui-même, c'est un « qualitémètre d'alimentation secteur » à utiliser principalement pour le test de tensions secteur dans les habitations et bâtiments industriels. Le taux d'échantillonnage n'est pas moins de 20 Mé/s. Il est également possible de visualiser sur l'oscillo les caractéristiques tension/courant de divers composants électroniques.

Sa couleur, vert pâle, est frappante. Un rotacteur sert à la sélection des calibres. L'instrument possède une embase BNC, mais vu son domaine d'application celle-ci ne paraît pas indispensable. L'écran LCD allongé verticalement n'est pas très grand. L'alimentation du VK06 se fait par 6 cellules Ni-Cad rechargées à l'aide de l'adaptateur fourni.

Pratique

Le VK06 est un instrument confortable, la « partie oscillo », c'est-à-dire la partie servant à la reproduction graphique, prend une petite partie de l'écran LCD. Si la taille de l'écran est convenable pour ce type de scopemètre, la partie de reproduction graphique se limite à une surface de 2 x 3 cm, trop petit pour des détails, mais vu le champ d'application spécifique de cet instrument, l'aspect oscilloscope devient moins primordial.

La reproduction graphique de la tension est plus une aide visuelle indicatrice qu'une mesure « normale ».

Conclusion

Le Merconet est agréable à utiliser. Ce que l'on ne découvre pas en jouant, on l'apprend rapidement par le biais du manuel (en néerlandais). L'appareil comporte un autre numéro de type, qui est la dénomination originelle du fabricant de l'appareil (TPI), mais Merconet le vend aux Pays-Bas sous le nom de « VK06 ». Convenant pour la mesure de fréquences pas trop élevées, il s'agit plutôt d'un multimètre à fonction oscillo que d'un vrai scopemètre.

Metex DSO 20



Le second appareil de Metex de ce test. À l'évidence d'un autre calibre que le MS-2000, tant en ce qui concerne les spécifications que le prix.

Ce Metex fait partie des « grands formats » de ce test mais possède également sensiblement plus de possibilités. Il s'agit, pour commencer, d'une version 2 voies. La fréquence d'échantillonnage est de 20 Mé/s. Le DSO 20 est aussi un multimètre numérique classique, possède, comme le MS-2000, d'un fréquencemètre grim pant jusqu'à 20 MHz et comme ce dernier, embarque une « sonde logique ». L'écran LCD, de bonne taille est bien clair bien que monochrome et fait 320 x 240 pixels. Ce Metex est livré en sacoche nylon accompagné d'un manuel en anglais, d'un adaptateur et d'une paire de câbles de mesure. En option on peut acheter une sonde logique, une sonde analogique, un câble RS-232, du logiciel, etc.

Pratique

L'utilisation ne tombe pas immédiatement sous le sens. Il nous a fallu consulter souvent le manuel pour nous en servir, ce qui n'a rien d'étonnant vu qu'il possède sensiblement plus de possibilités que le scopemètre lambda. Il comporte bien plus de boutons, ce qui en rend la manipulation plus complexe. Grâce au manuel on arrive cependant rapidement à ses fins. Aspect amusant : son « encodeur rotatif ». Il s'agit d'un rotacteur permettant de scroller dans les divers paramétrages et paramètres. Il pilote tout, base de temps, sensibilité, curseurs, etc. C'est le seul instrument de ce test à en être doté.

Conclusion

Compte tenu des possibilités et du prix, un bon appareil de la « gamme moyenne », frisant le haut de gamme professionnel, mais la fréquence d'échantillonnage est un peu limitée. Metex se doit d'y remédier pour en faire un très bon appareil à prix très attrayant. Instrument universel, il pêche au niveau des accessoires fournis en standard. DDS y ajoute en prime une sonde supplémentaire.

Fluke 199C



Le Fluke 199C est indubitablement un instrument de mesure d'une classe à part. Excellente spécifications. Cet appareil peut traiter des signaux allant jusqu'à 200 MHz. La fréquence d'échantillonnage est de 2,5 G ϵ /s, valeur la plus élevée des appareils testés. On a vite fait de constater que l'on a affaire à un instrument professionnel. Le 199C peut aussi servir d'enregistreur ou de multimètre classique.

L'instrument est un peu plus grand que le scopemètre moyen, mais cela se traduit par d'excellentes spécifications et un écran de forte taille (proche de celle d'un oscillo classique). Le rétro-éclairage est puissant, garantissant une très bonne lisibilité. La reproduction en couleur est de haut niveau. Le manuel est fourni sur CD-ROM en une dizaine de langues.

La pratique

Nous pouvons fort bien nous passer de manuel dès lors que nous nous limitons aux mesures classiques. Pour jouer dans « la cours des grands » il nous faut le consulter de temps à autre. Le Fluke 199C est un instrument avec lequel il est très agréable de travailler. Outre son universalité, il se distingue par l'attrait de son écran multicolore.

Mesures inter-curseur, zooming, etc., tout se fait sagement. À noter que ce scopemètre ne dépare pas en environnement « stationnaire » et n'a rien à envier à un oscilloscope « normal » (lire non portable).

Conclusion

Très bonne qualité. Il est difficile, lors du test de ce type d'appareil de ne pas devenir dithyrambique. Le Fluke 199C est un instrument de mesure professionnel avec d'excellentes spécifications dont la mise en oeuvre ne connaît pratiquement pas de limite. Il est à l'évidence destiné à une utilisation professionnelle, ce que l'on retrouve dans le prix de ce superbe instrument, € 3 800 hors-TVA. Pour ce prix vous avez, outre l'instrument, une valise solide, 2 sondes, câbles de mesure, câble RS-232 et 2 CD-ROM des manuels et de logiciel.

ScopiX OX 7104-C



Cet instrument haut de gamme n'est pas uniquement un oscilloscope, mais aussi un multimètre, un enregistreur numérique et un analyseur. Pour ces fonctions également, les spécifications sont de très haut niveau.

Le OX 7104 possède une fréquence d'échantillonnage de 1 G ϵ /s (en temps réel) et de 50 G ϵ /s dans le cas de signal répétitif. En outre, le ScopiX est un 4 voies et possède un convertisseur A/N 12 bits.

Le ScopiX possède, comme le Fluke, un écran couleur de bonne taille du plus bel effet, **mais à dalle tactile** (*touchscreen*) lui. Ceci permet nombre de paramétrages directement sur l'écran lui-même, tels que positionnement des curseurs avant mesure, utilisation des menus déroulants, etc.

La pratique

La mise en oeuvre intuitive est, au premier abord, un peu plus délicate, certains des boutons étant identifiés par des symboles au lieu de texte. La plupart des symboles parlent d'eux-mêmes, mais il nous faut un rien de temps pour arriver à faire les manipulations souhaitées. Au bout d'une demi-heure nous avons l'appareil déjà bien en main. Travailler avec une dalle tactile est un vrai plaisir.

L'écran est excellemment éclairé et parfaitement lisible. Détail le plus sympathique : la petite LED ultrabright montée dans les sondes (les fameuses Probix). Très pratique lorsque le point de mesure est à trouver dans un coffret ou à un endroit mal éclairé. Un bon point indéniable.

Conclusion

Le ScopiX OX7104 est un excellent appareil, tant au niveau des caractéristiques que des possibilités. Qualité et excellentes spécifications. Un appareil professionnel tant pour le laboratoire qu'en extérieur. Il est livré dans une valise métallique solide et est accompagné de toute une série d'accessoires : 2 sondes (Probix), câbles secteur, adaptateurs, clips de mesure, logiciel, manuel sur CD, câbles RS-232, etc. Qui dit appareil haut de gamme dit prix en conséquence (avec tous les accessoires, de l'ordre de 4 200 € hors TVA).

Type	Nombre de voies	Résolution écran [pixels]	Fréquence d'échantillonnage max.	Calibres entrée min/max/div	Fonctions additionnelles	Couplage au PC/logiciel	Alimentation	Durée de service max sur accu/piles	Accessoires additionnels	Prix (hors TVA)
Velleman HPS40	1	112 x 192	40 Mé/s	0,1 mV–160 V	–	RS-232/non	5 x NiMH adaptateur/chargeur	jusqu'à 20 h (stand by)	sonde, adaptateur secteur, câble RS-232, valise	€ 294
Witig Multiscope 22-321	2	128 x 64	20 Mé/s	2 mV–40 V	–	RS-232/oui	6 x AA adaptateur/chargeur	de 6 à 16 h	câbles de mesure, module oscillo, adaptateur secteur, logiciel	€ 350
Wens 700S	1	160 x 160	25 Mé/s	10 mV–200 V	Multimètre, Fréquentemèt., Génè fonctions., Sonde logique	RS-232/non	set NiMH adaptateur/chargeur	6 h	câbles de mesure, étui, adaptateur secteur	€ 388
Seintek 2405	2	132 x 128	25 Mé/s 2 voies 50 Mé/s 1 voie	50 mV–500 V	Multimètre	RS-232/oui	4 x NiMH adaptateur/chargeur	3 h	adaptateur secteur, câbles de mesure, pinces de test, logiciel	€ 400
MS2000	1	160 x 160	10 Mé/s	0,1 V–100 V	Multimètre	RS-232/oui	4x NiMH adaptateur/chargeur	inconnu	sonde, câble RS-232, câbles de mesure, adaptateur, prise, logiciel	€ 410
Velleman APS230	2	128 x 192	240 Mé/s	1 mV–20 V	–	RS-232/non	set NiMH adaptateur/chargeur	inconnu	2 sondes, câble RS-232, adaptateur secteur, adaptateurs pour adaptateur/chargeur	€ 470
Merconet VK06	1	160 x 240	20 Mé/s	0,1 V–1 000 V	Multimètre	RS-232/oui	6 x NiCd adaptateur/chargeur	jusqu'à 3,5 h	câbles de mesure, adaptateur secteur, logiciel	€ 489
DSO20	2	320 x 240	20 Mé/s	5 mV–2 V	Multimètre Fréquentemèt. Analyseur logique	RS-232/oui	set NiMH adaptateur/chargeur	inconnu	câbles de mesure, étui, valise, sonde (de DDS)	€ 790
Fluke 199	2	inconnu	2,5 Gè/s	2 mV–100 V	Multimètre Enregistreur	RS-232/oui	set NiMH adaptateur/chargeur	4 h	sondes, câbles de mesure, câble RS-232, adaptateur secteur, valise, logiciel	€ 3800
Metrix Scapix OX7104-C	4	320 x 240	1 Gè/s	2,5 mV–200 V	Multimètre Enregistreur Analyseur FFT	RS-232/oui	Set NiMH adaptateur/chargeur	2,5 h	sondes, câbles de mesure, câble RS-232, adaptateur secteur, valise, logiciel, pinces de mesure	€ 4200

En résumé

Le test des scopemètres a été une suite logique et intéressante de celui des oscilloscopes USB du numéro de septembre de l'an passé. Ces 2 catégories ont bien entendu leur domaine d'application spécifique, le fonctionnement de base restant le même. On ne promène pas un oscillo USB, d'où la naissance du scopemètre.

Les prix et spécifications des différents modèles testés diffèrent énormément. On trouve de scopemètres dans des classes de prix allant de € 350 à plusieurs milliers d'euros. Le plus cher que nous ayons pu tester est le Scopix OX7104-C suivi de près par le Fluke

199C dont les prix public (hors-TVA) sont respectivement de € 4 200 et € 3 800. À ce prix on achète ce qu'il y a de mieux, des instruments ultra-professionnels. À noter que pour ces 2 appareils il s'agit à chaque fois du modèle le plus cher de la série concernée. Il en existe également des versions au taux d'échantillonnage plus faible ou à plus petit nombre de voies. La série 190 de Fluke débute à quelque € 2 500, la série OX700 de Metrix à quelque € 1 900 déjà.

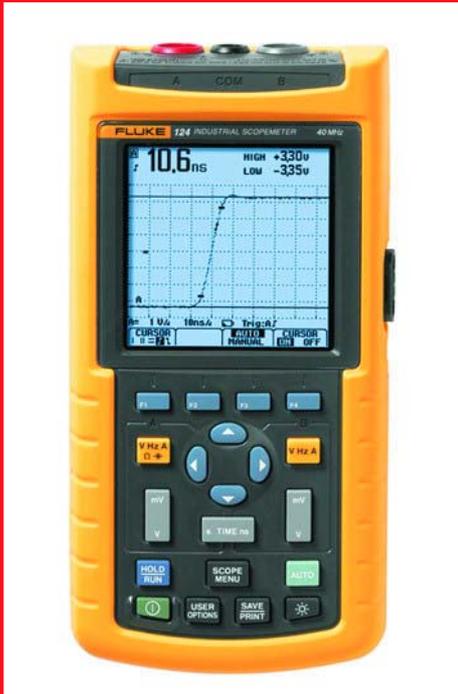
S'il ne vous faut pas, avec un scopemètre, mesurer des fréquences très élevées ou que vous n'avez pas besoin de la robustesse ou du service d'un Fluke ou Metrix, ces modèles haut de

Fabricant	Type	Adresse Internet du fabricant	Distribution/Ventes F
Fluke	Fluke 199	www.fluke.nl	Cf. www.fluke.fr entre autres Radiospares www.radiospares.fr
Merconet (TPI)	VK06 (Scope Plus 440)	www.merconet.nl (www.testproductsintl.com)	Farnell http://fr.farnell.com
Metex	DG Scope 20 MHz (DSO20)	www.nostek.co.kr	Conrad France www.conrad.fr
	MS2000	www.imetex.com	
Metrix	Scopix OX7104-C	www.chauvin-arnoux.fr	Conrad France www.conrad.fr Radiospares www.radiospares.fr
Seintek	2405	www.seintek.com	-
Velleman	HPS40 APS230	www.velleman.be	Conrad France www.conrad.fr Lextronic www.lextronic.fr
Wens	700S	www.wens.co.kr	-
Wittig	Multiscopie 22-321	www.wittig-technologies.de	Farnell http://fr.farnell.com



Pas testé

Il manque, dans ce test, une paire d'appareils qui nous tenons à mentionner pour être complets. À commencer par la série 120 de Fluke, un « petit » frère du 190. Il s'agit d'un instrument très intéressant disponible en 2 versions à des prix de 1 300 et 1 500 euros. Fluke n'a malheureusement pas réussi à nous fournir à temps un exemplaire de test, mais il est bon de jeter aussi un coup d'oeil de ce côté-là lors d'un possible achat d'un scopemètre.



De plus, Tektronix possède également un scopemètre à son catalogue, la série THS700 aux prix s'échelonnant de 3 100 à 3 600 euros. Tektronix nous a malheureusement fait savoir qu'ils ne souhaitent pas participer de tests. Une occasion de ratée, la comparaison avec les « grands de ce test » (Chauvin-Arnoux et Fluke) aurait peut-être pu s'avérer intéressante !



gamme débordent quelque peu du cadre. On trouve des appareils de mesure très acceptables pour moins de € 500. Le choix dépend tout d'abord des objets à mesurer. Il est intéressant de noter que la plupart des scopemètres bon marché ont une fréquence d'échantillonnage comprise entre 20 et 40 Mé/s, ce qui suffit pour la mesure de signaux d'une fréquence de quelques mégahertz. Le seul loup blanc à ce niveau est le Velleman APS230 avec 240 Mé/s et cela à un prix très abordable.

Il peut être intéressant, lors de l'achat d'un scopemètre, d'examiner les fonctions supplémentaires dont il est doté. Si vous recherchez une sorte de « mini-laboratoire tout en 1 » il peut valoir la

peine d'opter pour un scopemètre doté de fonctions de générateur de fonctions, de fréquencesmètre et de multimètre tels que le Wens 700S. Comme on le constate, le choix final dépend de vos propres souhaits.

Quelques remarques générales en guise de conclusion. Tous les scopemètres étaient relativement faciles à utiliser. Les plus complexes requièrent bien entendu un certain temps de prise en main et de feuilleter le manuel, mais rien d'insurmontable à ce niveau. À la portée de tout technicien. Les manuels sont, en règle générale, bien faits. Certains appareils ne possédaient qu'un manuel en une langue mais vu le caractère international de ce genre d'appareils de mesure, il

nous paraît logique de les faire multilingue (facile avec un CD-ROM).

La quasi-totalité des appareils peuvent être connectés à un PC. Souvent, le logiciel pour le PC est fourni sur disquette, un média qui nous paraît avoir eu son temps. Il ne doit pas être sorcier pour les fabricants de mettre ces programmes sur le CD-ROM du manuel.

Vous trouverez des informations exhaustives concernant ce type d'instruments de mesure sur les sites Internet des fabricants et distributeurs. Nous vous donnons les adresses dans les tableaux récapitulant les spécifications les plus importantes.

(060054-1)

Nous remercions les sociétés suivantes de bien avoir voulu mettre à notre disposition les appareils testés :

Chauvin Arnoux (Metrix) – Conrad Nederland – DDS Electronics Europe B.V. – ELV

Fluke Nederland – Merconet – Velleman – Wittig Technologies

Cherchez l'erreur

Détecteur de court-circuit sonore

Ton Giesberts

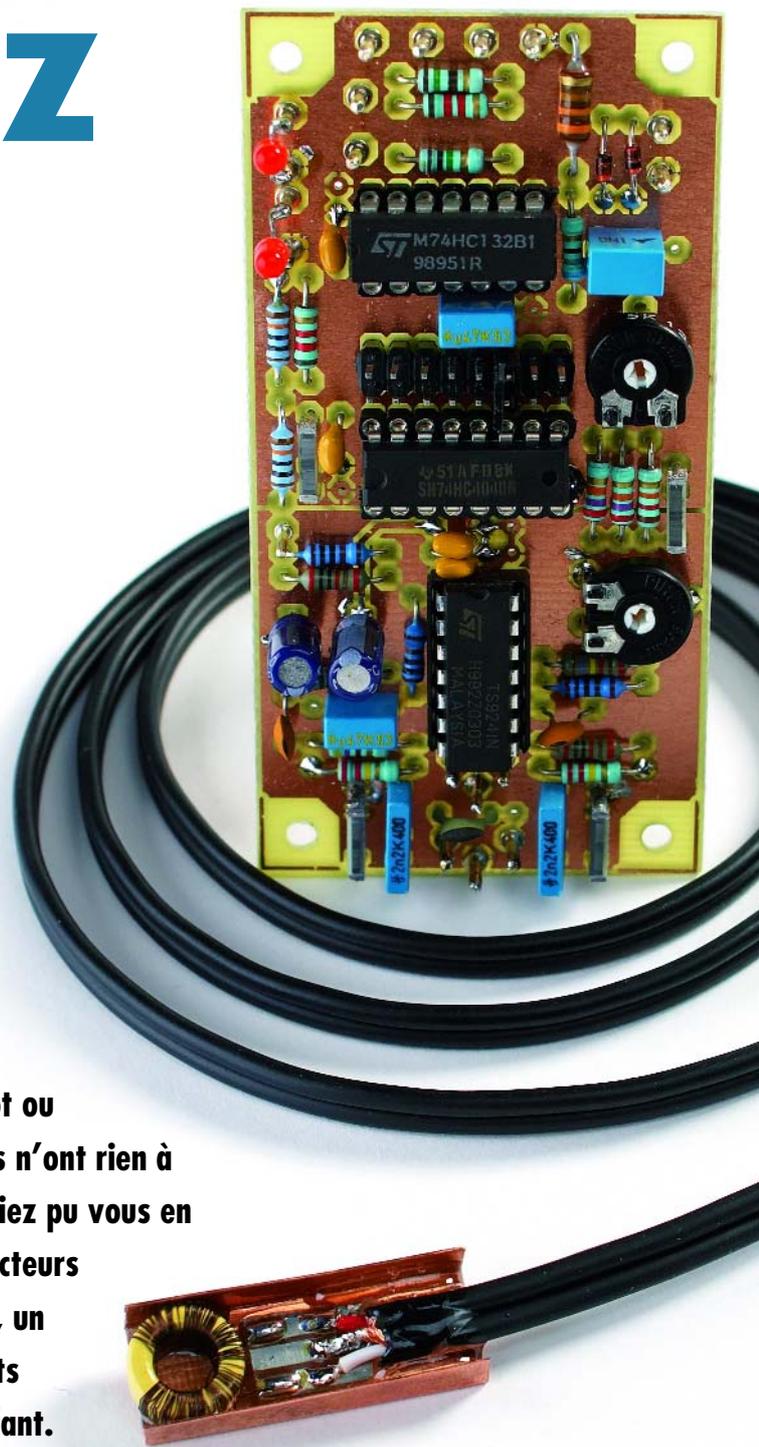
Même l'électronicien le plus expérimenté s'y trouve, tôt ou tard, confronté : des courts-circuits à des endroits où ils n'ont rien à chercher. Et bien évidemment toujours lorsque vous auriez pu vous en passer. Nous proposons, à l'intention de ceux de nos lecteurs qui en ont assez de se transformer en Sherlock Holmes, un outil pratique grâce auquel la recherche de courts-circuits sur des platines gravées soi-même devient un jeu d'enfant.

Travailler avec la finesse de l'électronique actuelle n'est pas toujours sans risques. Lors de la gravure d'une platine il se peut qu'il reste des traces de cuivre là où il ne devrait pas y en avoir. Mais il peut aussi se faire qu'il y ait un problème avec un montage réalisé. L'outil décrit ici constitue un auxiliaire précieux dans les 2 cas. Ce détecteur de court-circuit permet de trouver une faute tout simplement.

Le principe

Le principe du circuit est simple. Il peut y avoir circulation d'un courant non souhaité dans une partie de platine ou de circuit présentant un court-circuit. C'est ce phénomène que notre appareil met à contribution. L'injection d'un courant à l'endroit incriminé sur la platine produit un champ magnétique. Il est bien entendu possible de détecter ce champ. Le courant et donc le champ magné-

tique existent jusqu'à l'endroit du court-circuit. Le détecteur de court-circuit produit un signal sonore tant qu'il y a une mesure de champ. On a de plus clignotement d'une LED, mais celle-ci sert plutôt à confirmer le fonctionnement du testeur. Dans la pratique on se concentrera sur le signal sonore, lorsqu'il disparaît c'est sans doute que l'on a trouvé le court-circuit. Dans l'encadré, nous entrerons dans le détail.



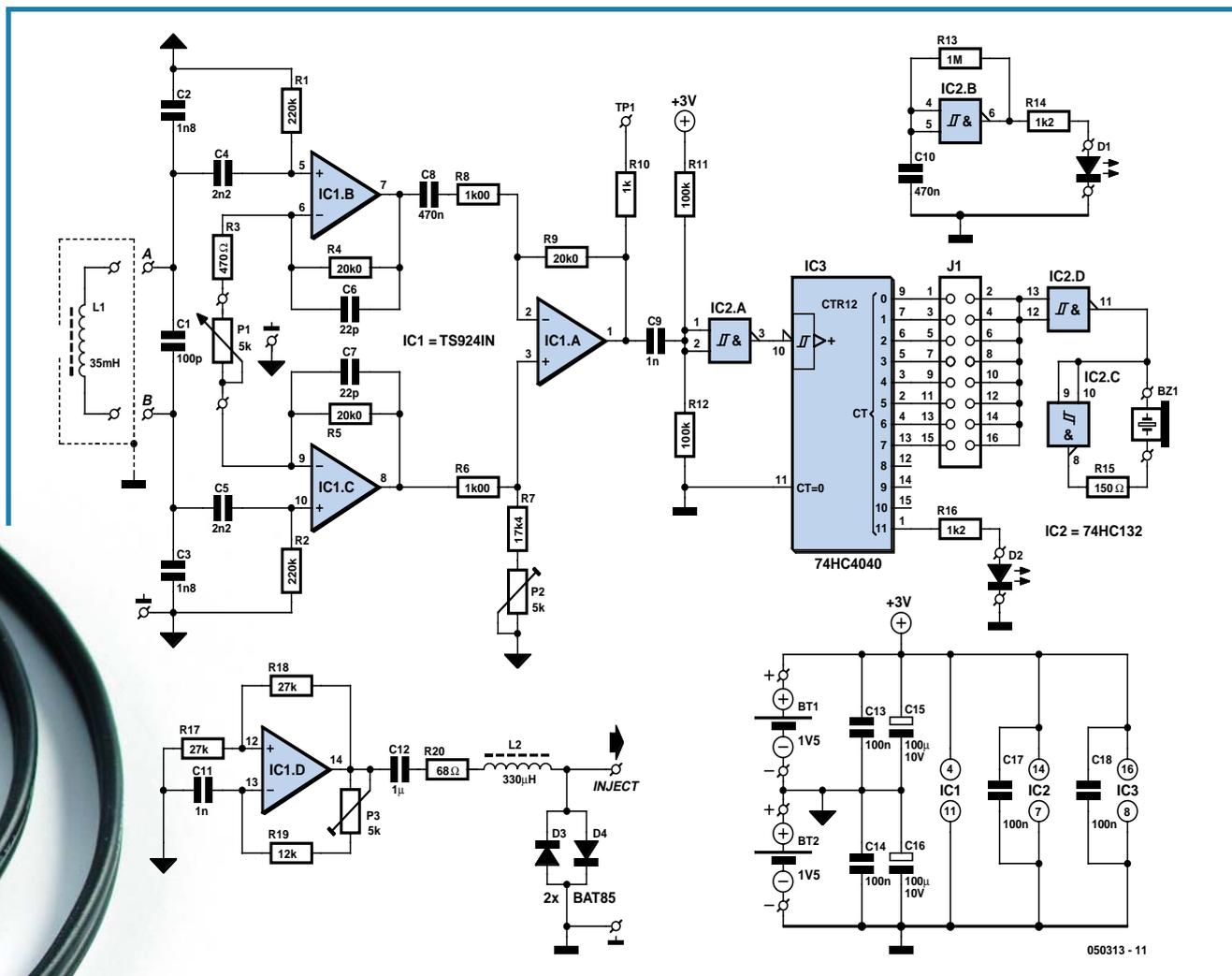


Figure 1. Le schéma se subdivise en 2 sous-ensembles. Le premier produit le signal de test, le second détecte et amplifie le signal capté.

Le concept

Pour mieux comprendre la fonction de l'électronique, nous allons, à l'aide de la **figure 1**, voir ce qui se passe. La self L1 qu'il vous faudra réaliser vous-même capte le signal. Nous avons opté, pour une bonne sensibilité de détection, pour une fréquence se situant juste hors du domaine des fréquences audibles (de l'ordre de 29 kHz). De manière à la rendre audible, le signal amplifié par IC1.A/IC1C est envoyé vers le diviseur IC3, un 74HC4040, au travers d'un trigger de Schmitt numérique, IC2.A, un 74HC132. P1 sert à régler le gain (et donc le volume du signal). Les 8 sorties de poids faible sont accessibles de l'extérieur. À l'aide du cavalier JP1 on choisira un signal sonore bien rendu par un résonateur alternatif. En vue d'obtenir le volume de signal maximal, nous avons monté 2 portes

de IC2, IC2.C et IC2.D, en pont. Le résonateur est connecté aux picots identifiés « BZ1 ». R15 limite le courant à une valeur sûre (<20 mA).

La dernière sortie de division de IC3, sa broche 1, sert au pilotage de la LED D2. En présence d'un signal suffisant, cette dernière clignotera à une fréquence de $29 \text{ kHz} / 2^{12} \approx 7 \text{ Hz}$. En l'absence de signal, la LED est soit allumée soit éteinte en permanence, cet état étant fonction de l'instant d'arrêt du compteur.

L'indication de la présence de la tension d'alimentation prend la forme, vu l'alimentation par pile, d'une LED clignotante. Cette approche économise du courant et signale dès la mise en fonction si tout est OK. Ce signal est fourni par la dernière porte de IC2 qui est montée en oscillateur à trigger de Schmitt standard (on parle aussi de multivibrateur à trigger de Schmitt). La paire R13/C10 fixe la fréquence de cli-

gnotement à 2 Hz environ. Tant D1 que D2 sont alimentées à 1 mA de manière à réduire la consommation de courant. Il faudra donc utiliser ici des LED faible courant de bonne qualité.

Le coeur de l'injecteur de courant est le 4^{ème} ampli op intégré dans IC1. Ici encore, en principe, nous avons affaire à un trigger de Schmitt (un multivibrateur avec comparateur cette fois). R17 et R18 servent à fixer l'hystérésis. C11 et R19+P3 déterminent la fréquence qui dépend aussi de la taille de l'hystérésis. Si R17 et R18 sont de même valeur, la fréquence de cet oscillateur est d'environ $2,2 \times C11 \times (R19+P3)$. Théoriquement, il est donc possible d'ajuster la fréquence entre 26,7 et 37,9 kHz, cette plage se laissant décaler facilement par changement de valeur de R19 et/ou C11.

La détection de courant ne connaît qu'une fréquence. Il est donc nécessaire de limiter les harmoniques du

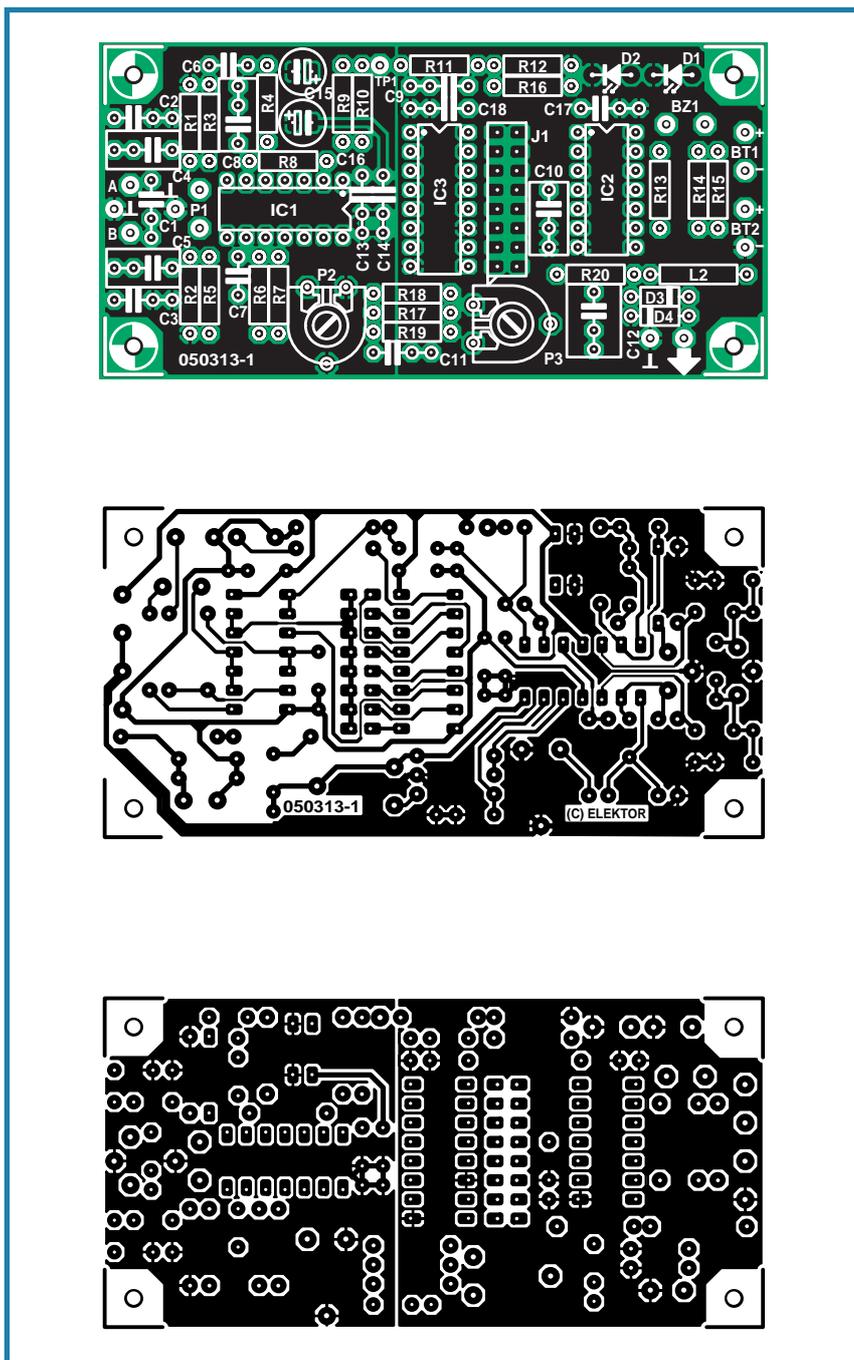


Figure 2. Pour le rendre moins sensible aux parasites, le circuit imprimé est un double face à plans de masse consécutifs.

courant de l'injecteur. Le signal de sortie de IC1.D est en effet rectangulaire. D'où la présence de la self L2 en tant que filtre passe-bas pris en série dans la sortie. Pour éviter d'envoyer un courant continu dans la self, nous avons pris le condensateur C12 en série avec L2 et la sortie.

L'ampli op choisi, IC1, est un TS924IN. Cet ampli op rail-à-rail peut fournir un courant de sortie de pas moins de

80 mA et travailler à une tension d'alimentation entre 2,7 et 12 V. Ici, le niveau important du courant de sortie permet de se passer d'étage tampon additionnel pour l'injecteur de courant, vu que l'ampli op est capable de fournir lui-même le courant. Nous avons supposé que le courant à fournir était environ de 20 mA en crête.

Le circuit est alimenté en 3 V. Nous pouvons donc nous contenter d'une paire de piles pour l'alimentation. Sur

Liste des composants

Résistances :

- R1, R2 = 220 kΩ
- R3 = 470 Ω
- R4, R5, R9 = 20kΩ
- R6, R8, R10 = 1kΩ
- R7 = 17kΩ
- R11, R12 = 100 kΩ
- R13 = 1 MΩ
- R14, R16 = 1kΩ
- R15 = 150 Ω
- R17, R18 = 27 kΩ
- R19 = 12 kΩ
- R20 = 68 Ω
- P1 = potentiomètre 5 kΩ lin. mono miniature
- P2, P3 = ajustable 5 kΩ

Condensateurs :

- C1 = 100 pF
- C2, C3 = 1nF8 MKT
- C4, C5 = 2nF2 MKT
- C6, C7 = 22 pF
- C8, C10 = 470 nF
- C9, C11 = 1 nF MKT
- C12 = 1 μF MKT, au pas de 5/7,5 mm
- C13, C14, C17, C18 = 100 nF cér.
- C15, C16 = 100 μF/10 V radial

Selfs :

- L1 = 35 mH, 100 spires fil de cuivre émaillé de 0,1 mm sur tore TL10/6/4-3E5 Ferroxcube (Farnell nr. : 3056960) ou 92 spires sur noyau B64290-L38-X38 Epcos
- L2 = 330 μH

Semi-conducteurs :

- D1, D2 = LED faible courant
- D3, D4 = BAT85
- IC1 = TS924IN de ST, E/S rail-à-rail
- IC2 = 74HC132
- IC3 = 74HC4040

Divers :

- J1 = embase autosécable à 2 rangées de 8 contacts + 1 cavalier
- BZ1 = résonateur AC
- BT1, BT2 = pile 1,5 V + porte-pile Interrupteur bipolaire (pour l'alimentation)

la platine, chaque pile possède 2 contacts, car il nous faut la moitié de la tension d'alimentation comme masse virtuelle (cf. dessin de la platine de la figure 2). On pourra utiliser 2 porte-piles simples ou 1 porte-pile double; dans ce dernier cas, il faudra doter le point de connexion des 2 piles d'une prise intermédiaire, cette dernière étant alors reliée au point correspondant de la platine. La consommation de courant sous 2 x

Le comment et le pourquoi

Dans cet encadré nous allons nous intéresser à la raison de ce montage et à ses antécédents techniques. Nous avons bien entendu commencé par le capteur dont nous avons expérimenté différentes variantes à base de selfs. Des versions CMS à une vis métallique, il faut trouver ce qui fonctionne le mieux. Nous avons opté finalement pour un petit tore (diamètre 10 mm). Une fois qu'il est doté de 100 spires de fil de cuivre émaillé de 0,1 mm de diamètre il permet de mesurer un signal suffisant.

Nous avons utilisé sur notre prototype un TL10/6/4-3E5 de Ferrocube, que nous avons sous la main. La liste des composants mentionne une alternative d'Epcos plus facile à trouver. Le nombre de spires est alors réduit à 92, ce qui se traduit par une légère diminution de la sensibilité, sans que cela ne pose de problème. En vue d'augmenter la sensibilité, la bobine est prise dans un circuit résonant. Ceci présente l'avantage additionnel de diminuer la sensibilité aux parasites. Une crête de courant de 20 mA se traduit par la mesure d'une crête de tension de 10 mV.

Nous avons opté, pour une résonance de 30 kHz environ, un compromis acceptable entre bande passante et gain. De ce fait, en cas de gain correct, la bande passante de l'étage d'amplification ne doit pas être trop importante, le facteur Q de la boucle étant bon. On a ainsi une oscillation solide.

L'injecteur fournit suffisamment de courant pour une surmodulation de l'étage d'amplification du détecteur en l'absence de courant de retour pour contrer le champ. L'étage d'amplification doit amplifier suffisamment le signal entrant pour faire passer le signal appliqué à IC2.A au-delà du seuil du trigger de Schmitt. L'hystérésis d'un 74HC132 alimenté sous 3 V est de 0,6 V environ, mais elle peut être tout aussi bien de la moitié que du double de cette valeur. Il est donc préférable que l'ampli ait un gain supérieur à ce qui pourrait, à strictement parler, sembler nécessaire. Pour que les mesures soient les plus propres possible nous avons opté pour un étage d'amplification symétrique. Il ne faut pas oublier que le signal du capteur n'est que de quelques millivolts. Si l'on veut que l'influence sur le facteur Q de la boucle soit minimale, l'impédance d'entrée ne doit pas être trop faible, ce qui explique que nous ayons opté pour 220 k Ω par entrée. Ceci a comme inconvénient une augmentation de la sensibilité aux parasites.

Le condensateur du circuit de résonance parallèle est divisé en 2; il est constitué par C2 et C3. Ceci diminue l'impédance de signaux parasites en mode commun. C1 complète le réseau résonant et sert à atténuer d'éventuels signaux HF différentiels parasites. La capacité totale du réseau de résonance est la somme de C2 et C3 pris en série et de C1, soit 1 nF.

La fréquence de test étant de 29 kHz, le point de coupure peut être choisi assez haut, ce qui élimine les fréquences produites par la tension du secteur. Il ne faut cependant pas qu'il soit trop élevé car sinon les tolérances des condensateurs peuvent avoir un effet néfaste sur la symétrie des entrées. Le point de coupure à l'entrée se situe aux alentours de 330 Hz (C4/R1 et C5/R2).

R3 à R5 associées à P1 permettent de régler le gain des amplis op IC1.B/IC1.C entre 7 et 85x. C6 et C7 réduisent la sensibilité aux parasites HF. IC1.A fournit le signal de sortie asymétrique. Cet ampli op donne à son tour un gain de 20x au signal. Le gain total peut donc être ajusté entre 150 et 1 700x environ.

Lors de nos essais, l'offset de l'étage d'entrée s'avéra trop élevé. C8 empêche maintenant l'amplification de l'offset d'entrée. Ceci se traduit malheureusement, pour la réjection en mode commun aux alentours de 500 Hz, par une détérioration de 23 dB environ, ce qui n'a heureusement pas de conséquences sur le fonctionnement d'ensemble de l'ampli. Nous avons ajouté P2 pour un réglage éventuel de la réjection en mode commun, mais dans la pratique, les tolérances annulent quasiment son effet, de sorte que nous pourrions le mettre en position médiane.

C9 sert au couplage du signal du capteur à un point de coupure suffisamment élevé (3,2 kHz), ce qui est assez bas pour ne pas se traduire par une atténuation supplémentaire. IC2.A n'a pas d'effet sur la sensibilité.

À gain maximum, la bande passante de l'ampli se situe aux alentours de 34 kHz. La sensibilité diminue alors quelque peu, mais elle est largement suffisante.

Il est possible de tester des platines dotées de leurs composants si l'on limite la tension du signal de test. On ne court plus alors le risque d'endommager quoi que ce soit par un signal d'injection trop puissant. Pour ce faire on prend à la sortie une paire de diodes Schottky, des BAT85, montées en tête-bêche. L'intensité du courant de 17 mA maximum est trop faible pour causer quelque dommage que ce soit et en cas de court-circuit la tension est quasiment nulle.

1,5 V est de 15 mA, valeur restant relativement constante.

En pratique

Il nous reste à parler de la réalisation du capteur. Nous avons opté pour un objet pratique doté d'un blindage, le signal effectif étant de l'ordre de millivolts. La liaison vers la platine pourra prendre la forme d'un câble blindé bifi-

laire fin. Du câble audio standard fait l'affaire. Le boîtier métallique dans lequel prendra place la platine pourra être doté d'une embase à 3 contacts ou plus (jack 2,5 ou 3,5 mm par exemple). Outre possibilité, utiliser un câble plus long qui va directement sur la platine; il faudra alors le doter d'un système anti-arrachement. Nous préférons d'ailleurs cette approche, un connecteur vieillissant avec le temps. Le capteur est en fait constitué d'une

bobine à tore et d'un blindage relié au câble. Ce blindage est réalisé en tôle de cuivre de 0,3 mm mise en parallélipède (cf. **figure 3**). Les dimensions internes sont H = 5 mm, L = 30 mm et l = 11 mm. Le noyau doté de sa bobine s'y glisse gentiment. Nous l'avons fixé à l'aide de colle époxy à 2 composants. On commence par placer sous le tore une fine couche de plastique pour éliminer tout risque de court-circuit en cas d'endommagement des spires.

Ceci réduit en outre la capacité parasite. Pour cela nous avons « pelé » une fine couche de platine.

Il nous a fallu, après implantation de la bobine dans le blindage et connexion du câble, recalibrer le testeur. La fréquence avait passé de 29 à 27,5 kHz. Cette dérive était principalement due à la longueur du câble blindé (1 m) utilisé pour relier le capteur au circuit imprimé. Dans le cas d'une capacité de câble de 100 pF par mètre par exemples, la capacité additionnelle se trouvant appliquée en parallèle sur le capteur est donc de 50 pF, ce qui suffit à produire une dérive de 2,5%.

Le tore est placé de façon à ce qu'il déborde d'environ 1 mm au maximum du blindage. Pour fixer les connexions du tore, on colle une petite pièce constituée de 3 bandes de cuivre à côté du tore. La bande centrale est soudée au blindage à l'aide d'un petit morceau de fil. C'est le contact du blindage. Aux 2 autres bandes on soude les connexions du tore et des âmes du signal. La partie restant libre à l'intérieur du blindage pourra servir à fixer le câble de manière à éviter toute tension mécanique sur les connexions soudées.

La photo de la figure 3 montre que nous avons commencé par faire un profil en U dans lequel sont fixés le capteur et le câble. On peut ensuite souder ou coller l'autre côté. Le bobinage de la self n'a rien de délicat. Il requiert de la patience et une main ferme, le câble de 0,1 mm d'épaisseur étant très fragile. Attention donc lors du bobinage. Pour éviter l'endommagement de l'enroulement par la partie du noyau saillant hors du blindage, la bobine est divisée en 2 moitiés. À mi-chemin, on laisse une partie libre, qui correspond pratiquement à la partie du noyau saillante (bien visible sur la photo de la figure 3). Si l'on bobine proprement et serré il est possible d'enrouler 100 spires par couche. Un bobinage plat permet un collage plus facile du noyau. On devrait avoir assez avec une longueur de fil de 1,5 m.

Ce dont il faudra tenir compte lors de la mise en boîte du montage sont les dimensions de la platine, le positionnement du résonateur AC, les piles avec leur(s) porte-pile(s), la position des LED et de l'interrupteur marche/arrêt bipolaire. La connexion du potentiomètre P1 se fera à l'aide de câble blindé. La platine comporte à cet effet, outre les 2 points de connexion du potentiomètre, une connexion supplémentaire reliée à la masse virtuelle. Attention :

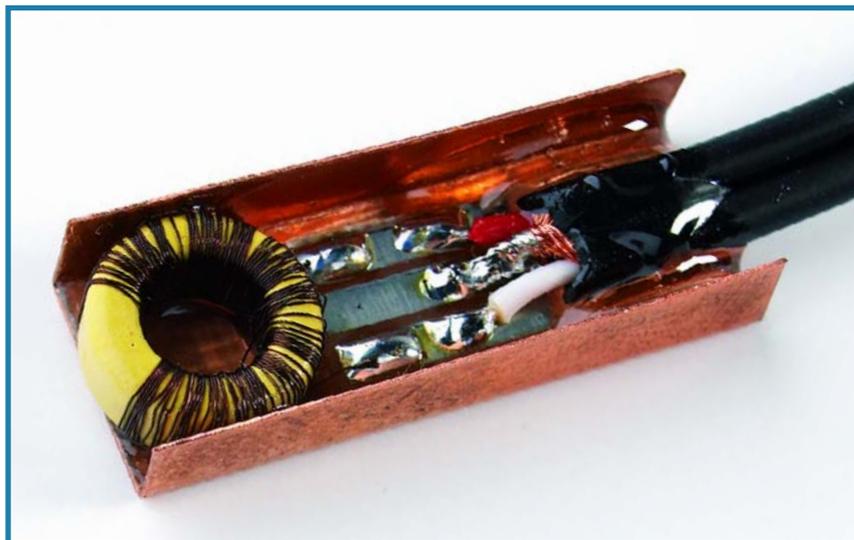


Figure 3. Voici comment réaliser le capteur. L'enclos de cuivre le protège efficacement contre l'influence de parasites.

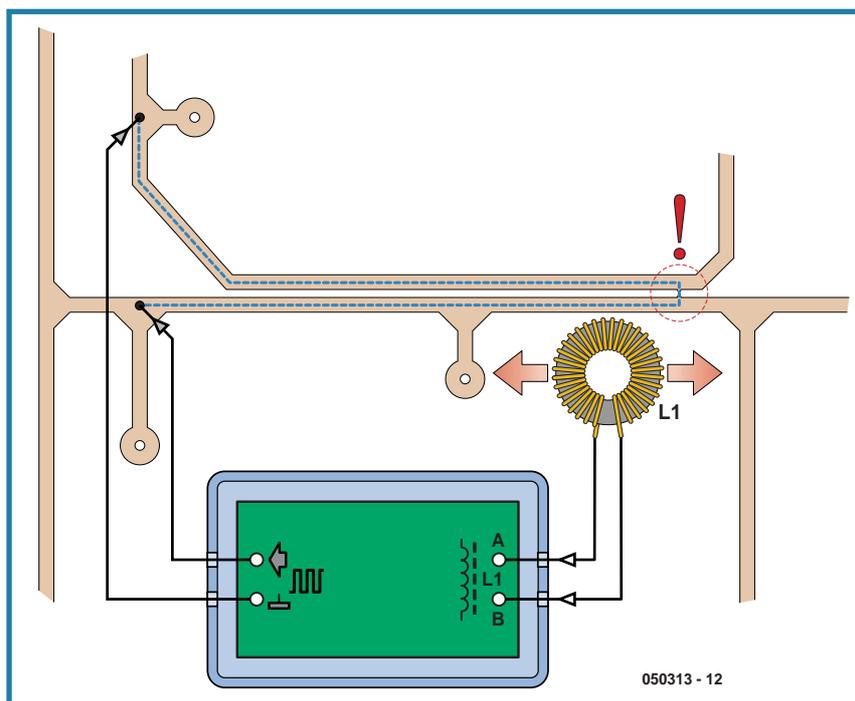
le « - » de l'alimentation 3 V n'est pas ni la masse du signal du capteur ni le blindage du potentiomètre. Côté « composants », la platine comporte 2 plans de masse nettement séparés comme on peut le constater. Une interconnexion de ces 2 plans mettrait la pile BT2 en court-circuit !

La figure 4 montre, pour finir, l'utilisation pratique de l'instrument. Le signal de sortie de l'ensemble générateur est appliqué entre 2 pistes que vous pen-

sez être en court-circuit. Vous pouvez ensuite, avec le capteur, suivre la piste en partant de son début. Vous verrez ainsi à quel endroit le courant « saute » d'une piste à l'autre. C'est précisément l'endroit où se trouve le court-circuit. En cours de traçage vous pouvez régler la sensibilité par action sur P1. Attention à ne pas la choisir trop élevée, cela vous permettra de trouver le court-circuit plus facilement.

(050313-1)

Figure 4. Utilisation pratique de l'appareil.



050313 - 12

Contrôleur

Pour câbles Gigabit

Majdi Richa

Au secours! Le réseau est en rideau ! Que se passe-t-il ? Est-ce le câble ? La carte réseau ? Les connexions ? Les prises ? Une souris coincée dans la baie de raccordement ? Les pannes de câbles et de connecteurs sont relativement classiques et ce contrôleur tout simple vous aidera à trouver rapidement le coupable. Le contrôleur s'adapte aux câbles Gigabit, 10BASE-T et 100-BASE-T, et aussi aux câbles croisés Gigabit.

L'objectif initial de ce circuit était de trouver un contrôleur simple de câbles Gigabit capable de tester à la fois les câbles droits et les câbles croisés UTP/STP (non blindés/blindés) avec la possibilité de sélectionner les paires à tester et de détecter les paires éventuellement défectueuses. Chaque paire est identifiée par une diode LED qui clignote lorsque cette paire est connectée correctement, et qui reste éteinte sinon. Un commutateur sélectionne le type de connexion, droite (*straight-through*) ou croisée (*crossover* ou *crosslink*), et un bouton-poussoir lance le test de contrôle. Le système se met ensuite au repos.

Au fur et à mesure de la mise au point du circuit, il fut constaté que des câbles Gigabit ne sont en réalité rien d'autre que les successeurs logiques des standards 10BASE-T et 100BASE-T, aussi le nécessaire fut-il fait pour contrôler aussi ces câbles « lents ». Toutefois, il n'est pas possible de tester les câbles croisés 10BASE-T et 100BASE-T.

Parce qu'il doit pouvoir être utilisé dans des endroits peu accessibles comme une baie de raccordement de grands réseaux, le petit instrument est portable et alimenté par une pile de 9 V. Il doit être connecté aux prises RJ-45 à chaque extrémité du câble à tester, et réalise alors un simple test de continuité par l'envoi d'un signal sur les paires de fils du câble suspect. On peut aussi bien sûr réaliser ce test de continuité avec un ohmmètre ou un

de câbles réseaux

/ 10BASE-T / 100BASE-T

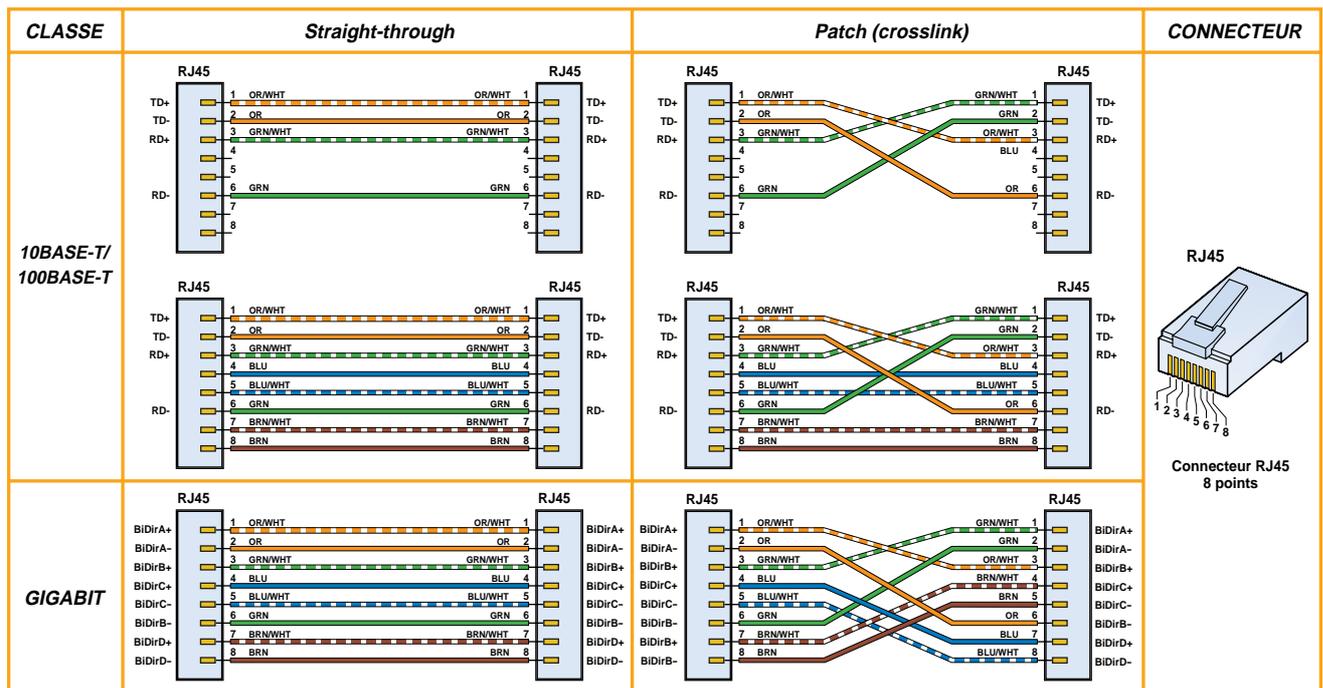


Figure 1. Aperçu global des câbles réseaux et de leurs connexions dans le connecteur RJ-45.

Le contrôleur décrit dans l'article ne fonctionne pas pour des câbles croisés 10/100BASE-T (« patch »).

équivalent, mais il est alors difficile de se connecter individuellement sur les contacts de la prise RJ-45. De même, il faut effectuer des comptages précis sur la rangée de contacts pour identifier positivement un numéro de contact – à deux reprises, de sorte que vous finissez par souhaiter avoir deux paires d'yeux, une vision infrarouge et trois mains : une mission tout à fait adaptée à un microcontrôleur.

Les standards de câbles

Un câble de réseau informatique peut être déroulé sur une bobine, coupé à la longueur voulue et complété par des connecteurs RJ-45 encapsulés. C'est ainsi que la plupart des professionnels opèrent pour l'installation de câbles dans les grands locaux professionnels. Les usagers domestiques, eux, sont plutôt portés à acheter des longueurs stan-

dards de ces câbles (habituellement Cat.5) avec les connecteurs déjà sertis. Le câble Cat.5 dispose de huit fils et est adapté à des débits allant jusqu'à 100 Mbits/s. A l'intérieur du câble, les huit fils sont regroupés en quatre paires de deux fils (en général torsadés). Les couleurs sont généralement (mais pas toujours) celles du standard T568B.

Un câble croisé (dit *crosslink* ou *patch*), ne peut être utilisé qu'entre deux ordinateurs, ou deux équipements télécoms de même fonctionnalité, communiquant directement. Les câbles croisés ne se rencontrent guère que pour des longueurs inférieures à environ 5 m. Ils peuvent être comparés aux câbles « zéro modem » de l'antique standard RS232. Dans la configuration traditionnelle en étoile, avec plusieurs PC connectés à un routeur commun, on utilise du câble direct, ce qui est la configuration la plus habituelle.

À titre de référence, la **figure 1** présente une vue globale des câbles de type droit ou croisé rencontrés le plus fréquemment. Tous utilisent le connecteur RJ-45, présenté avec l'ordre des broches sur la prise. Notez que la codification des couleurs n'est pas obligatoire, et que notre contrôleur n'est pas compatible avec les câbles croisés 10/100BASE-T.

Circuit pratique

Le schéma du circuit du contrôleur de câbles est présenté en **figure 1**. Un PIC 16F874, avec le code machine en fonctionnement, est en train de lire la configuration définie sur le commutateur à double rangée de broches DIP (*Dual In-line Package*) S1, en même temps que le positionnement du bouton-poussoir S2 et celui du commutateur de type de câble S3. En réponse à toutes ces

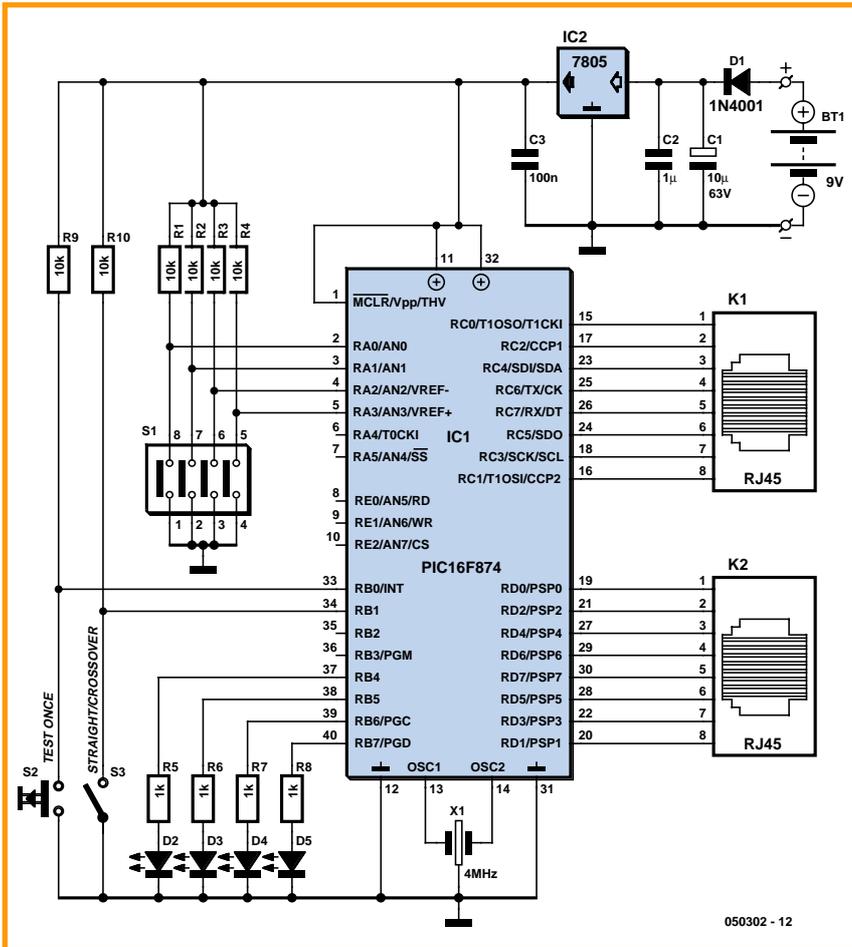


Figure 2. Schéma du circuit du contrôleur de câbles pour les câbles 10/100BASE-T et les câbles Gigabit.

entrées utilisateur, il envoie des signaux dans les paires connectées entre les prises RJ-45 K1 et K2 auxquelles le câble est branché. Le PIC bien évidemment teste l'arrivée du signal et réagit conformément en faisant clignoter la diode LED si la paire de fils respecte la continuité. Aucun test dynamique n'est effectué sur le câble. En référence, le **tableau 1** montre la relation entre le connecteur et les broches du PIC pour un câble croisé Gigabit. Le circuit dispose d'une alimentation classique de 5 volts tirée d'un régulateur de tension 7805 complet avec ses

condensateurs à découplage habituels – C2 et C3 pour s'opposer au bruit de fond de la haute fréquence et C2 pour réduire les ondulations de la basse fréquence à leur minimum et améliorer la stabilité globale. Les résistances de forçage R1-R4 maintiennent les entrées RA0 à RA3 du PIC à leurs valeurs par défaut de +5 V. Même fonction de R9 et R10 pour respectivement les entrées RB0 et RB1 connectées à S2 et S3. L'oscillateur du PIC bat à 4 MHz avec un résonateur céramique X1 comme élément de détermination de la fréquence externe.

Le PIC est capable de piloter directement les diodes LED D2-D5 en utilisant des résistances de protection de 1 kΩ. Toutefois, il faut utiliser des diodes LED faible courant.

Logiciel

Moins de composants implique un logiciel plus intelligent. Le code objet fonctionnant dans le PIC a été écrit en langage C et compilé avec le compilateur CCS C (www.CCSinfo.com). Le logiciel fonctionne selon la technique des interruptions, c'est-à-dire que le processeur reste en mode repos (consommation réduite). Il est mis en service par un état logique Bas sur la ligne RB0/INT (reportez-vous à la figure 1). La routine d'interruption lance la procédure de test selon le type de câble défini par l'initialisation du commutateur S3. Si la paire testée fonctionne, la diode LED correspondante clignote pendant un court instant. Le **tableau 2** donne une vue globale des fonctions programmées dans le logiciel, avec de courtes descriptions.

Le code source du PIC et le code objet hexadécimal sont tous les deux disponibles dans le dossier d'archives **050302-11.zip**. Ces fichiers permettront aux lecteurs compétents et disposant des assembleurs/compilateurs adéquats de programmer leur propre PIC pour le projet. En bonus, l'archive 050302-11.zip contient aussi des fichiers propres à simuler le circuit avec Proteus. [Une partie du] programme C est présentée en **figure 3**. Ceux qui n'ont pas accès aux outils de programmation du PIC peuvent acheter le contrôleur préprogrammé.

Construction

La conception de la platine de commande est exposée en **figure 4**. La platine est mono-latérale avec un chemin de cuivre généreux comme base de terre afin de réduire à leur minimum les radiations parasites.

Comme seuls sont prévus des composants à insérer, la construction est du gâteau, du moins si vous savez exactement dans quel boîtier monter le contrôleur, car c'est lui qui va déterminer la hauteur à laquelle le commutateur DIP, les diodes LED et le bouton-poussoir vont devoir être installés au-dessus de la surface de la platine. Ne commettez pas l'erreur d'installer ces objets au plus près de celle-ci et

Tableau 1. Connexions pour câble croisé Gigabit

Broches K2		Broches K1		Broches IC1
1—2	→	3—6	→	15—17
3—6	→	1—2	→	23—24
4—5	→	7—8	→	25—26
7—8	→	4—5	→	18—16

Tableau 2. Fonctions principales du progiciel du microcontrôleur.

Fonction	Paramètres	Description & valeur en retour
int1 TestSTPair(int8 p)	Nombre à 8 bits représentant la paire de conducteurs à tester	La fonction saisit le nombre d'une paire de conducteurs d'un câble direct et retourne un 1 (booléen) si OK
void TestSTCable()	Aucun	Fonction void scannant et testant toutes les paires de conducteurs d'un câble direct sélectionnées en utilisant la fonction ci-dessus
int1 TestCOPair(int8 p)	Nombre à 8 bits représentant la paire de conducteurs à tester	La fonction saisit le nombre d'une paire de conducteurs d'un câble croisé et retourne un 1 (booléen) si OK
void TestCOCable()	Aucun	Fonction void scannant et testant toutes les paires de conducteurs d'un câble croisé sélectionnées en utilisant la fonction ci-dessus
void EXT_isr()	Aucun	Routine de service d'interruption externe initiant le processus de test selon le type de câble sélectionné
void main()	Aucun	Fonction principale du logiciel. Elle intègre toutes les initialisations de direction de port et de validation d'interruption

Figure 3. Extrait du programme C écrit pour le projet. Utile aussi pour le positionnement des fusibles du PIC.

```

////////////////////////////////////
void TestSTCable()                // Test straight-through cable
{
    int8 pair;
    PORTD = 0;
    PORTB = 0;
    for (pair = 0; pair < 4; pair++)    // scan pairs
    {
        if (TestSTPair(pair) && bit_test(PORTA,pair)) // selected & connected?
            bit_set(PORTB,pair+4);    // turn on LED
        delay_ms(500);                // wait a bit
        PORTB = 0;
    }
}
////////////////////////////////////
int1 TestCOPair(int8 p)           // Test crossover pair p
{
    switch (p)
    {
        case 0: bit_set(PORTD,0);      // test High
                 if (!bit_test(PORTC,4))
                     return 0;
                 bit_clear(PORTD,0);   // test Low
                 if (bit_test(PORTC,4))
                     return 0;
                 bit_set(PORTD,2);     // test High
                 if (!bit_test(PORTC,5))
                     return 0;
                 bit_clear(PORTD,2);   // test Low
                 if (bit_test(PORTC,5))
                     return 0;
                 break;
        case 1: bit_set(PORTD,4);      // test High
                 if (!bit_test(PORTC,0))
                     return 0;
                 bit_clear(PORTD,4);   // test Low
                 if (bit_test(PORTC,0))
                     return 0;
    }
}

```

Composants

Résistances :

R1 à R4, R9, R10 = 10 kΩ
R5 à R8 = 1 kΩ

Condensateurs :

C1 = 10 µF/63V radial
C2 = 1 µF MKT au pas de 5 ou de 7,5 mm
C3 = 100 nF

Semi-conducteurs :

D1 = 1N4001
D2 à D5 = LED rouge à faible courant
IC1 = PIC16F874-20/P (programme, **EPS050302-41***)
IC2 = 7805

Divers :

X1 = résonateur céramique 4 MHz
3 broches
K1, K2 = embase RJ-45 encartable (Molex # 95009-2881 - Farnell # 257102)
S1 = quadruple interrupteur DIP
S2 = bouton-poussoir à réponse tactile, unipolaire à contact travail, base 6 x 6 mm
S3 = interrupteur unipolaire marche/arrêt à contact travail châssis
BT1 = pile 9 V avec porte-pile (en option interrupteur marche/arrêt)
4 points de câblage
platine disponible aux adresses habituelles **EPS050302-1***

* cf pages Elektor ou www.elektor.fr

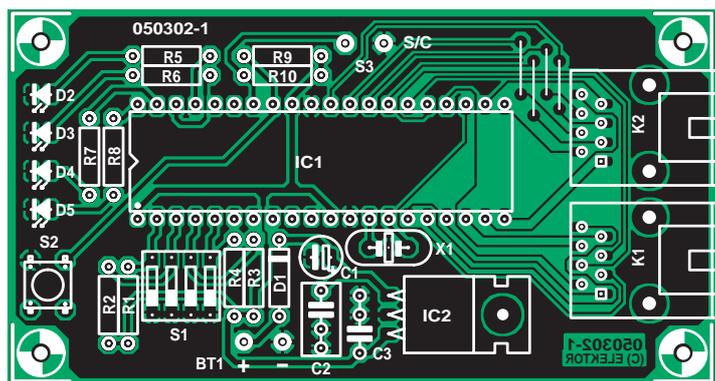
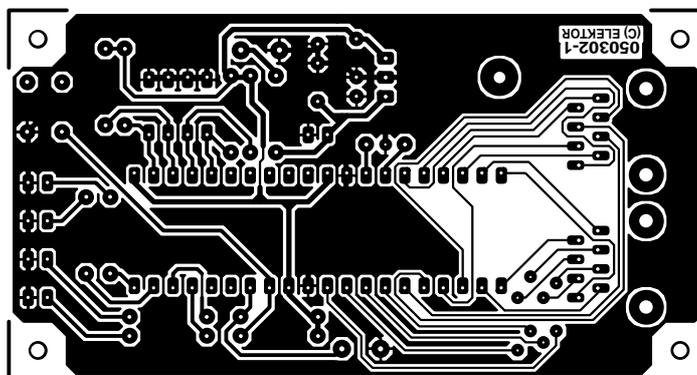


Figure 4. Chemin de cuivre et plan de montage des composants sur la platine de commande conçue pour le contrôleur de câbles réseaux.



ensuite seulement de chercher le boîtier adéquat – vous vous apercevriez alors qu'il vous faut enlever et réinstaller les composants un par un, ce qui est une perte de temps sans compter le risque d'endommager la platine. Nous vous recommandons d'utiliser un support de bonne qualité en position IC1 car c'est lui qui va arrimer le précieux microprocesseur PIC. Enfin, il y a quatre fils de liaison qui ne doivent pas être oubliés lors du montage.

Utilisation pratique

Lors de la mise sous tension, les diodes LED clignotent séquentiellement une fois. Branchez le câble à l'instrument et utilisez le commutateur DIP pour sélectionner les paires de fils que vous ne voulez pas tester (la sélection est par défaut). Ensuite, sélectionnez le type de câble, droit ou croisé (ce dernier pour les câbles Gigabits seulement), puis pressez le bouton TEST ONCE (test unitaire). Si la paire réussit le test, la diode LED s'allume. Sinon, elle reste éteinte. Simple, mais efficace ! Pour éviter que la pile ne s'épuise

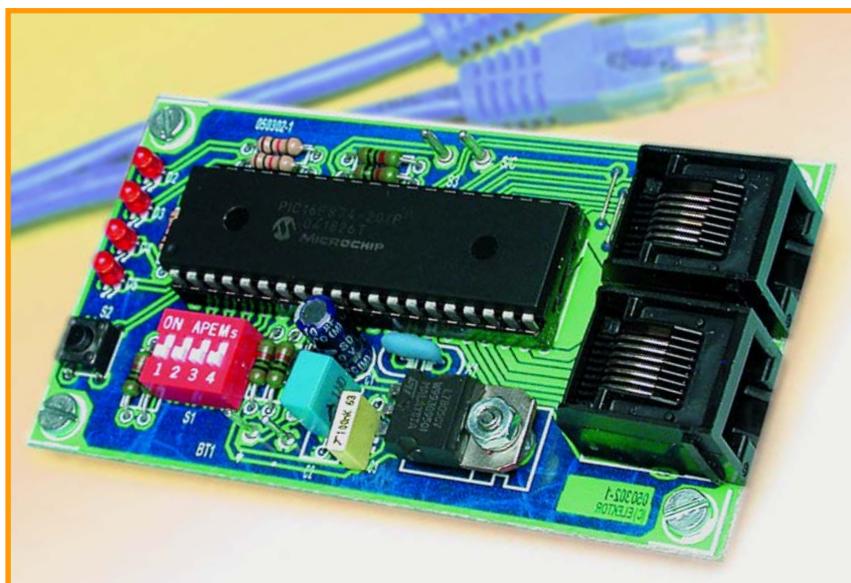
lorsque l'instrument n'est pas en fonction, il faut la débrancher en ôtant l'attache clipsée. Ou alors en installant un interrupteur sur la ligne de +9 V. La consommation de courant pendant la

période de repos est d'à peu près 5 mA, tandis que 10 mA sont tirés brièvement lors de l'envoi des signaux sur le câble.

(050302-1)

Majdi Richa – myr@cyberia.net.lb

Figure 5. Notre prototype du contrôleur.



Elektroscope (1976/1977)

Jan Buiting

Ce classique de l'histoire d'édition d'Elektor a vraiment survécu de 2 façons. Tout d'abord, il reste quelqu'un dans notre équipe de concepteur à pouvoir en raconter l'histoire (globalement il est vrai) et, ensuite, nous avons pu retrouver les prototypes originaux dans notre armoire-« musée », réalisations ayant survécu à 30 ans de stockage et de transports à travers l'Europe.

Un beau jour, en 1976, un membre de l'équipe de concepteurs d'Elektor, présumant sans doute quelque peu de ses possibilités, affirma sans cligner des yeux que, sous sa seule houlette, l'équipe était capable de concevoir un oscilloscope à 2 voies 100% transistors en une semaine en démarrant à zéro. Bien que toutes les autres tâches aient été déléguées aux différents concepteurs disponibles, 2 choses frisaient la certitude : le schéma de l'alimentation et une suspicion irréfutable que le reste du schéma avait été repris d'un concept découvert dans un catalogue technique d'un revendeur allemand, RIM. Après comparaison des 2 schémas, celui imprimé dans le catalogue et le nôtre reproduit au crayon sur papier, l'un des plus jeunes de l'équipe constata que les transistors NPN de la version crayon étaient des PNP chez RIM et inversement et que les tensions d'alimentation avaient été interverties. D'autres erreurs de conception graves ne tardèrent pas à faire leur apparition. L'éditeur fut informé que le projet serait redémarré à zéro, l'affaire de 2 ou 3 mois.

Le cahier des charges parlait d'un oscillo à transistors 2 voies ayant une bande passante 3 dB de 2 MHz. Le premier article parut dans le numéro d'octobre 1980 et décrivait les alimentations (!), l'amplificateur de suppression de faisceau (*blanking*) et le choix du tube cathodique. Les 2 articles qui suivirent dans les numéros de novembre et de décembre étaient de bonne taille, ce qui donne une bonne idée de la complexité et la taille du projet.

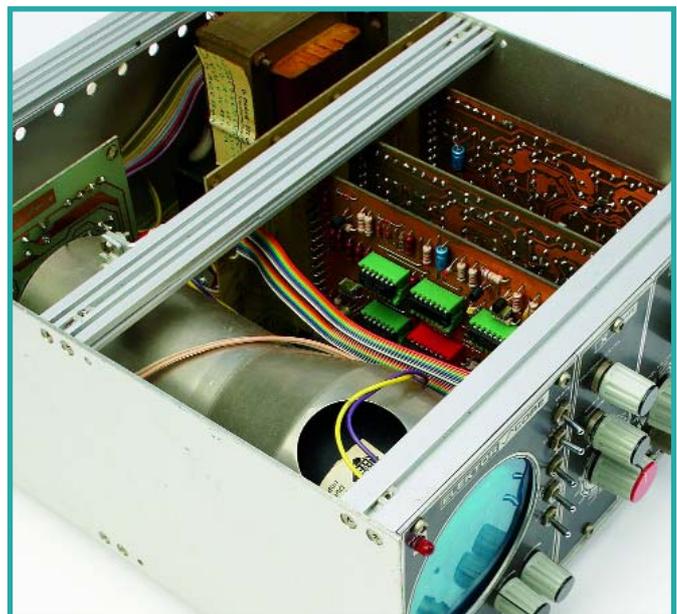
Après un examen approfondi du schéma, l'amateur souhaitant réaliser l'elektroscope (car c'était là son nom) pouvait faire son choix entre différents types de CRT (tubes à rayon cathodique), sachant qu'il fallait en choisir un sans borne de tension d'accélération. Le choix du CRT avait de grosses conséquences vu qu'il impliquait une adaptation en conséquence de l'alimentation HT mais aussi du coffret dans lequel sera monté l'instrument, et ainsi de la face avant toute faite qu'Elektor proposait à l'époque dont il existait 2 versions : l'une pour un CRT de 7 cm de diamètre, une autre pour les modèles 13,5 cm. La photographie montre un exemplaire de chacune de ces versions, la plus petite ayant un CRT DG7-210, l'autre un D13-620, tous deux fabriqués par Telefunken et fournis avec leur blindage en mu métal. À noter que les prototypes en question possédaient un capot en Perspex permettant aux amateurs de jeter un coup d'œil aux entrailles de l'oscillo sans risquer de toucher à quoi que ce soit de dangereux. Il semblerait que les cartes et l'électronique constituant l'elektroscope aient été conçues avec soin pour pouvoir se glisser impeccablement dans un coffret du commerce et que l'on n'avait pas opté pour la démarche inverse comme c'est souvent le cas avec les projets amateurs. Le coffret utilisé n'a malheureusement pas été identifié. L'alimentation comportait un transformateur spécial qui, annonçait-on à cors et à cris, serait disponible auprès de différents annonceurs et fabricants de kits faisant de la pub dans le magazine. L'édition anglaise d'Elektor publia encore, plus tard, un article montrant comment intégrer les modules de l'elektroscope dans un coffret-rack de Vero. Pour des raisons de taille, seule la version à CRT de 7 cm pouvait se glisser dans un coffret de ce type. Bien que la réalisation personnelle d'un oscilloscope était chose admise l-voire courante vu le prix de produits commerciaux l- en 1980, la plupart des instruments



de l'époque (y compris le mien) étaient à base de tubes et monocal non seulement en raison du fait que les tubes existaient en quantité industrielle, étaient bon marché et solides mais aussi parce qu'il existait nombre d'excellents schémas pouvant être

réalisés à partir de pièces récupérées sur l'un au l'autre poste de radio ou téléviseur mis au rancard. L'elektroscope était au contraire innovant, semi-professionnel et poids-mouche (?) à l'époque du moins !

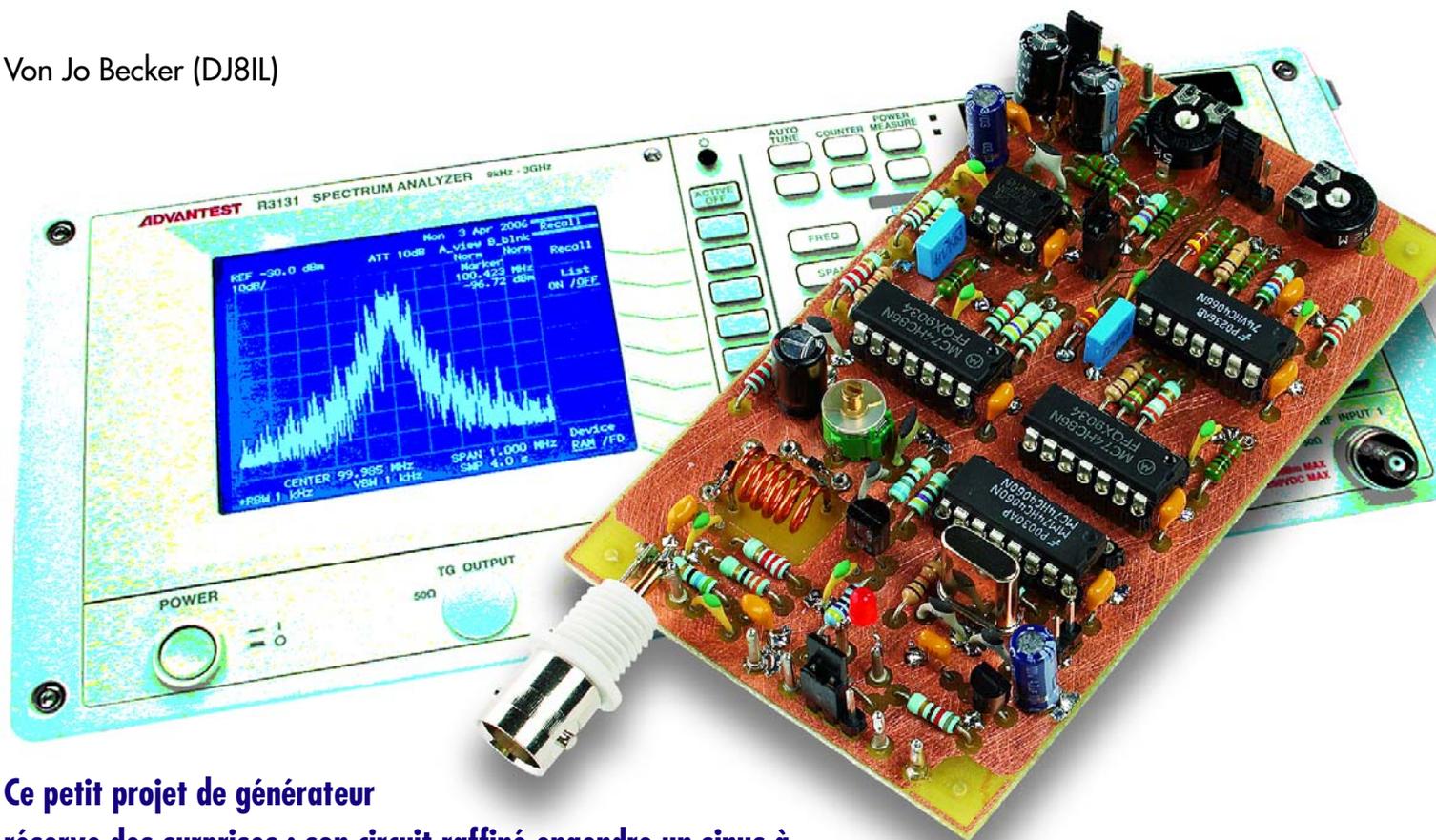
(065046-1)



Émetteur test stéréo

Signal de test FM et audio

Von Jo Becker (DJ8IL)



Ce petit projet de générateur réserve des surprises : son circuit raffiné engendre un sinus à très faible distorsion harmonique, un signal intermédiaire multiplexé et un signal stéréo FM.

Ce générateur de tests ne se distingue pas seulement par sa précision, mais aussi par sa réalisation basée sur un concept original de génération du signal. L'encadré « Signaux de sortie » donne un aperçu de sa flexibilité.

Une logique HCMOS simple remplace le circuit intégré spécial dont le fonctionnement interne défie toute analyse. Tous les signaux BF sont engendrés par une division 2^n et des enchaînements logiques basés sur une fréquence de quartz $f_Q = 9,728$ MHz. La sortie BF est commutable entre son et signal MPX. Cette sortie à impédance relativement basse et à l'épreuve des

courts-circuits fournit $2 V_{SS}$ max. L'oscillateur FM oscille librement mais avec stabilité à environ 100 MHz. Un condensateur permet de choisir sans limitation la fréquence dans la bande FM. Un condensateur trimmer permet d'effectuer un réglage fin dans la plage ± 300 kHz. Le niveau de sortie HF $12 \text{ mV}_{\text{eff}}$ à 50 W est plus que suffisant pour exciter le récepteur raccordé avec un rapport signal/bruit maximum.

Sinus logique

La génération numérique simple du signal BF est particulièrement intéressante.

La **figure 1** indique comment une chaîne de division à bascules avec enchaînements logiques OU exclusifs engendre un signal en escalier. Le choix approprié des amplitudes partielles permet de supprimer les harmoniques $3f$ et $5f$. Ce n'est qu'à partir de $7f$ qu'il faut, si besoin est, filtrer les harmoniques restantes bien plus faibles. Ce concept présente l'avantage de préserver exactement la relation de phase, par exemple entre le signal pilote (19 kHz) et la sous-porteuse de 38 kHz. Le rapport d'amplitude $(1+\sqrt{2}):1$ calculé surgit de nouveau dans le schéma (**figure 2**) sous la

Signaux de sortie

- Son étalon sinusoïdal de 594 Hz avec $k < 0,06\%$ pour la mesure d'amplificateurs BF,
 - Signal MPX pour les canaux stéréo gauche et droit permettant d'optimiser l'affaiblissement diaphonique
 - Signal central MPX pour équilibrage de la balance
 - Signal FM modulé par les signaux MPX pour tester les récepteurs stéréo FM et l'ensemble du câblage
- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| • Impédance de la sortie BF/MPX : | de 1,8 à 3 k Ω |
| • Niveau de la sortie BF/MPX : | 2 V _{CC} max. |
| • Impédance de la sortie FM : | 50 Ω |
| • Niveau de la sortie FM : | 12 mV _{eff} à 50 Ω |

forme des valeurs des résistances R3:(R4+R5) et R6:(R7+R8).

La fréquence 133 kHz de l'harmonique 7f du son pilote est encore plus élevée que celle de l'harmonique 3f (114 kHz) de la sous-porteuse à 38 kHz et ne perturbera certainement aucun récepteur. Le son étalon BF 594 Hz, dont la position de phase ne joue aucun rôle, est filtré par C3 suivi d'un filtre passe-bas actif, le tout donnant 18 dB par octave. Le facteur de distorsion harmonique résiduel, théoriquement 21%, tombe à moins de 0,05%.

À titre de comparaison : en partant d'une oscillation rectangulaire, le facteur de distorsion harmonique restant serait plus élevé d'un facteur 30. Le facteur de distorsion harmonique du prototype, soumis aux mesures du laboratoire d'ELEKTOR, n'était que de 0,055% avec un rapport non pondéré son/bruit de 86 dB. C3 permet de modifier l'amplitude de sortie.

Signal MPX

Lors de la transmission stéréo en FM, la fréquence porteuse de l'émetteur FM est modulée en fréquence par un signal nommé signal multiplexé (MPX). Ce signal MPX comporte 3 composantes :

- le signal somme L+R (signal mono « normal » de 30 Hz à 15 kHz)
- le signal différence L-R, modulant une sous-porteuse 38 kHz (ce qui élimine la sous-porteuse elle-même)
- et le son pilote 19 kHz.

Il est très facile de générer les 3 signaux de test MPX désirés : le son étalon BF 594 Hz fournit déjà le signal central (signal mono). Le signal de 594 Hz est activé et désactivé au rythme de 38 kHz. Selon la polarité du signal de commutation de 38 kHz par rapport à la phase du signal pilote, il fournit un signal purement gauche ou droit à condition que la porteuse 38 kHz soit sinusoïdale conformément aux normes. Cette modulation par découpage (hachage) signifie toutefois la multiplication par un spectre rectangulaire. Les amplitudes des bandes

latérales de la porteuse fondamentale sont d'autant plus importantes et il faut ajouter un léger signal audio pour compenser la diaphonie en opposition de phase ainsi causée. C'est la raison de la présence de R14 et P1. Le rôle de modulateur en anneau est assuré par IC5 attaqué correctement en phase par IC3.A (broche 3 de IC3) et IC2.B (broche 6 de IC2).

Le son pilote 19 kHz est encore ajouté dans l'étage additionneur (à la broche 2 de IC4). On élimine le son pilote du signal MPX en retirant le cavalier JP1, ce qui permet d'évaluer la modulation MPX à l'oscilloscope. En l'absence de réglage (P1 sur 10 kW environ), on obtient déjà une séparation des canaux de 35 à 40 dB, suffisante dans la majorité des cas. Après réglage de P1, on a pu mesurer une séparation des canaux de 50 dB avec

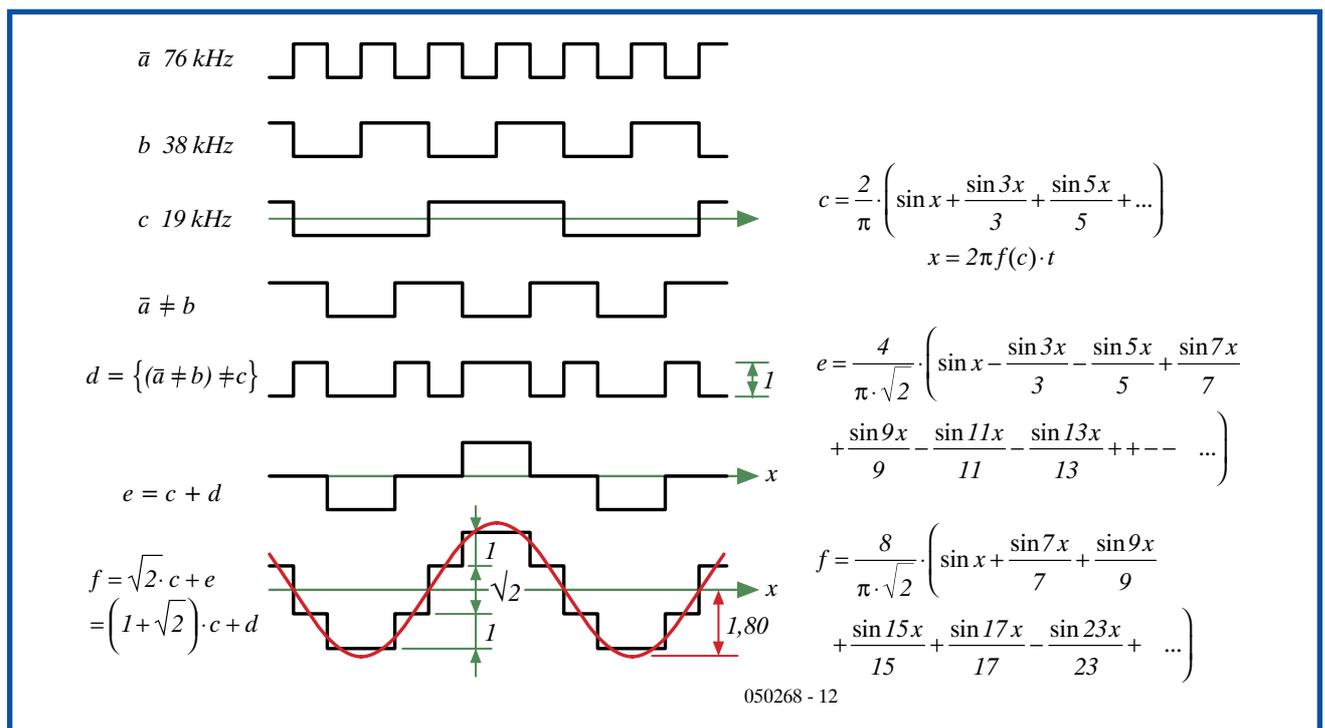


Figure 1. Diagrammes d'impulsions et séries de Fourier du générateur de signaux quasi numérique.

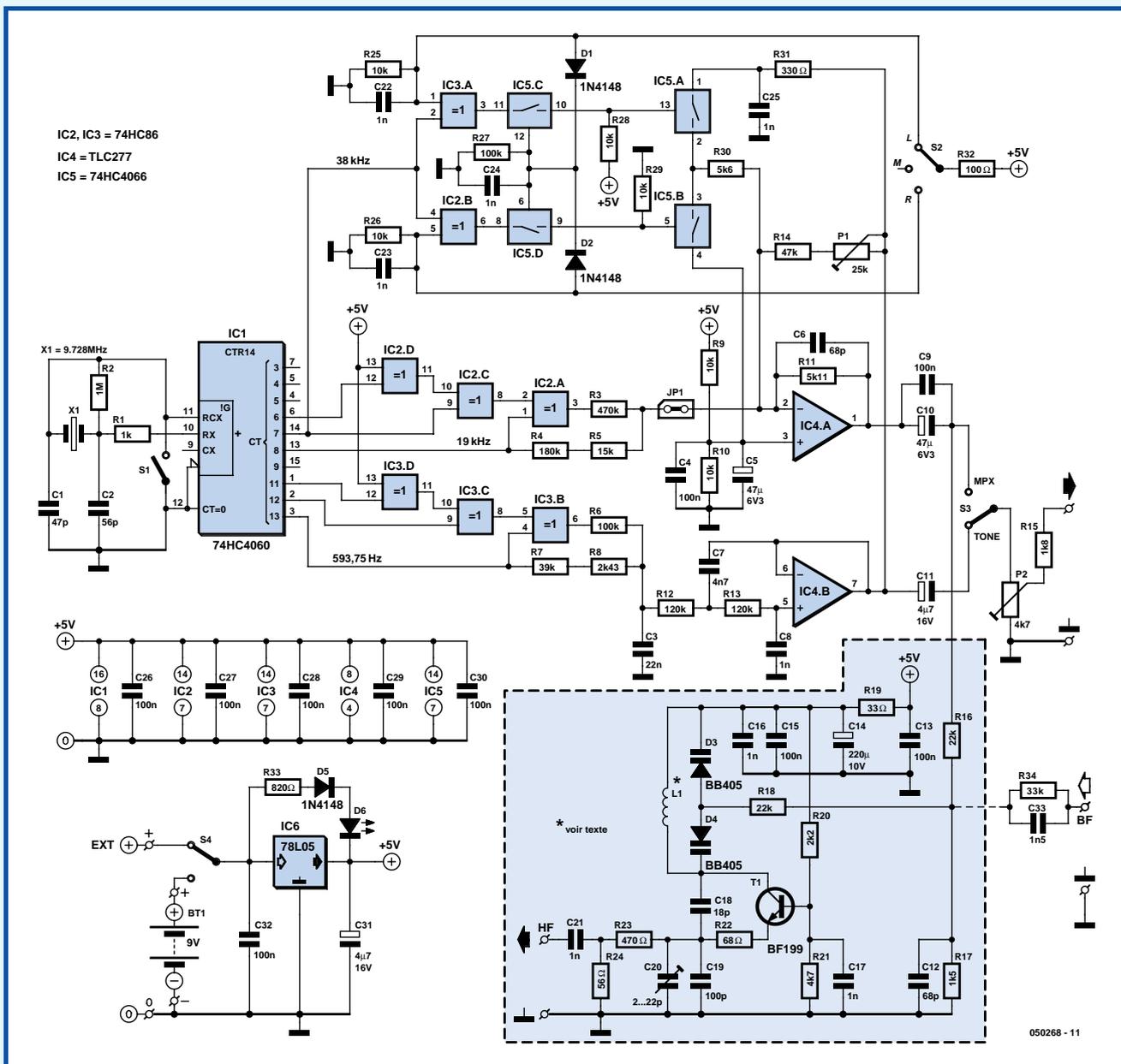


Figure 2. Schéma de l'émetteur test stéréo. L'émetteur FM proprement dit est la partie encadrée avec le transistor T1. Le reste du circuit engendre les signaux de modulation disponibles à la sortie BF (R15). Un signal de modulation externe en option peut aussi être raccordé à C33/R34.

Émetteur FM

L'émetteur test stéréo est composé d'un générateur de signal pour les signaux basse fréquence (son de test, son pilote, signal multiplexé) et d'un petit émetteur FM modulé par ces signaux basse fréquence. L'émetteur FM proprement dit est formé du circuit oscillateur à un seul transistor. Il est représenté dans la partie encadrée et sur fond coloré du schéma de la figure 2. Pour qui voudrait réaliser un émetteur test FM mono, il suffit de reprendre cette partie du circuit sans s'occuper du reste (R16 n'est pas non plus nécessaire). En cas de besoin, un signal de modulation externe peut être raccordé à l'élément RC C33/R34 reproduit en traits discontinus. Il peut s'agir de n'importe quel signal BF dont le niveau ne dépasse pas 200 mV. L'élément RC C33/R34, dénommé « élément de préaccentuation », ajuste la hauteur du signal de modulation conformément aux normes. Cela correspond à une constante de temps RC de 50 ms en Europe (75 ms aux USA). Rien de plus simple : la résistance est déjà présente (R17). Nous n'avons donc besoin pour C33 que d'une valeur de 33 nF (au lieu de 4µ7) pour disposer d'un filtre passe-haut à constante de temps 50 ms. Il faut modifier aussi C33 si on veut faire varier la sensibilité de l'entrée de modulation en ajustant R34 (R34 x C33 doit rester égal à 50 µs !). Il est toutefois plus simple d'ajuster le niveau en plaçant un potentiomètre ou un trimmer en amont (4kΩ7 ou 10 kΩ). Pour terminer, veuillez vous référer aux indications à la fin de cet article avant de mettre l'oscillateur en service !

un TCA4500A comme décodeur stéréo de test. Il ne reste plus qu'une diaphonie de 6 mV_{CC} pour un signal utile de 2 V_{CC} . C6 et C25 filtrent les pointes des signaux son et MPX ; C6 supprime aussi la distorsion harmonique du signal résiduel de la diaphonie.

Montage et composants

La face de montage de la carte (**figure 3**) est équipée d'une surface de masse continue (*ground plane*). Pour les détails, voir le schéma de montage et la photo du prototype de laboratoire final (**figure 4**). L'unique enroulement (L1) doit reposer sans interstice sur la carte.

Comme l'émetteur test ne consomme que 12 mA, une pile monobloc alcali-manganèse 9 V (6F22) assurera plusieurs années de fonctionnement (sporadique bien entendu). Le contrôle de l'état de la pile repose sur une solution originale faisant appel à la LED D3. Celle-ci utilise la chute de tension du régulateur de tension 5 V IC6 et ne nécessite pas d'autre alimentation. La diode reste allumée tant que la chute de tension du régulateur est au moins de l'ordre de 2 à 2,5 V. La LED s'éteint progressivement quand la tension de la pile n'atteint plus que 7,5 à 7 V. Il est temps de remplacer la pile. Le circuit fonctionne entre 6,7 V et 12 V. La fréquence de l'oscillateur fixée à 98 MHz ne varie que de 100 Hz environ. La fréquence ne dérive que de 1 kHz en 10 minutes.

Un boîtier n'est pas indispensable quand les mesures sont effectuées occasionnellement en laboratoire. C'est pourquoi les connexions des commutateurs S1 à S4 se présentent sous forme de barrettes de picots, ce qui permet de remplacer les commutateurs par des cavaliers. Le potentiomètre P2 réglant le niveau du signal de sortie BF/MPX sur la carte est un trimmer pour la même raison. Il est aussi possible de souder directement une prise BNC pour la sortie FM aux picots de R24. Cela signifie qu'en cas d'utilisation « à nu », seule la pile est « lâche », tout le reste se trouve sur la carte.

Lors du montage de la carte prototype dans le laboratoire d'ELEKTOR, les condensateurs électrolytiques au tantale spécifiés par l'auteur dans la liste de pièces ont été remplacés par des condensateurs électrolytiques normaux (radiaux). Les résultats de

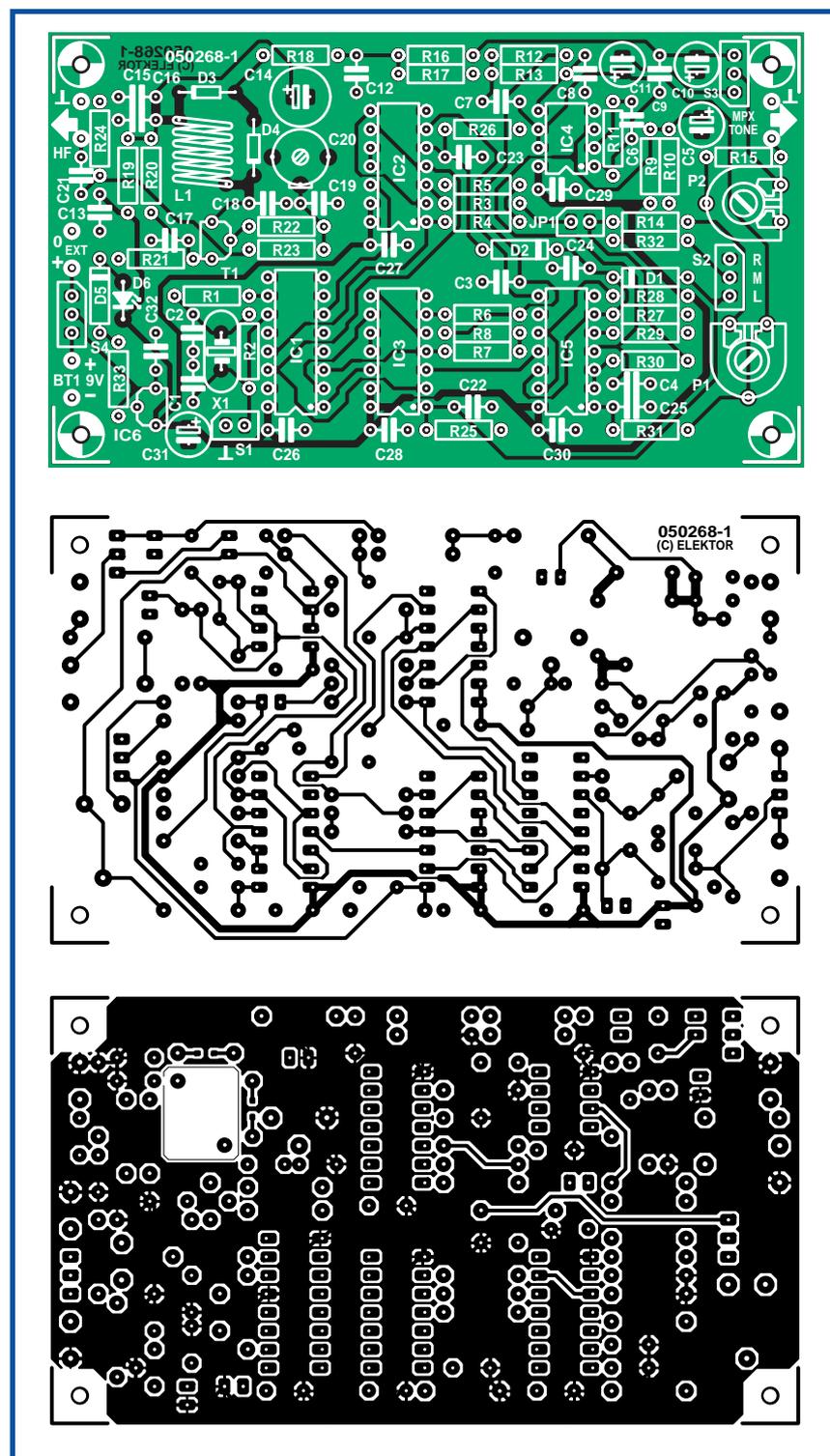
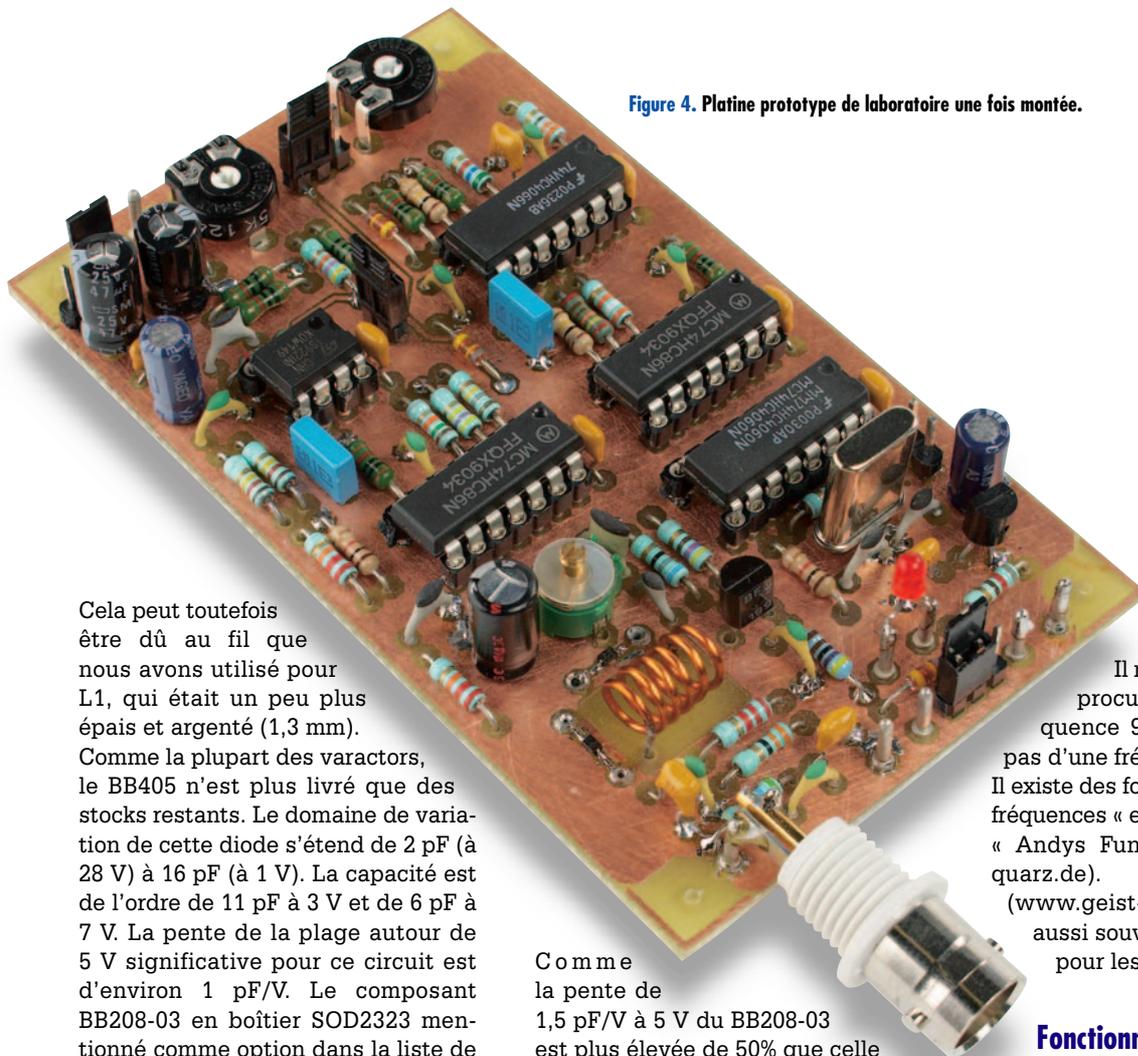


Figure 3. La platine double face sans trous métallisés.

mesure n'ont pas varié. On n'a pas toujours besoin de tantale. Comme mentionné plus haut, la fréquence de l'oscillateur dans la bande FM dépend de la valeur du condensateur (C18). Bien entendu, la fréquence dépend aussi de l'inductance L1 et de la capacité des diodes varicap (varac-

tors) D3 et D4. Dans le cas de notre carte prototype, il a même fallu serrer un peu l'enroulement avec une valeur de 18 pF pour C18 pour parvenir à une fréquence de 102,7 MHz. La fréquence dépassait même légèrement 108 MHz avec la valeur de 15 pF utilisée par l'auteur dans son prototype.

Figure 4. Platine prototype de laboratoire une fois montée.



Cela peut toutefois être dû au fil que nous avons utilisé pour L1, qui était un peu plus épais et argenté (1,3 mm). Comme la plupart des varactors, le BB405 n'est plus livré que des stocks restants. Le domaine de variation de cette diode s'étend de 2 pF (à 28 V) à 16 pF (à 1 V). La capacité est de l'ordre de 11 pF à 3 V et de 6 pF à 7 V. La pente de la plage autour de 5 V significative pour ce circuit est d'environ 1 pF/V. Le composant BB208-03 en boîtier SOD2323 mentionné comme option dans la liste de pièces est le seul encore en production. La carte est conçue pour permettre de monter aussi le BB208-03.

Comme la pente de 1,5 pF/V à 5 V du BB208-03 est plus élevée de 50% que celle du BB405, il faut remplacer R17 par une résistance de 1 kW pour adapter le niveau de modulation au rapport

du diviseur de tension R16/R17.

Il n'est pas si simple de se procurer un quartz de fréquence 9,728 MHz. Il ne s'agit pas d'une fréquence standard. Il existe des fournisseurs de quartz de fréquences « exotiques », par exemple « Andys Funkladen » (www.andy-quarz.de). Geist-Electronic (www.geist-electronic.de) dispose aussi souvent de quartz spéciaux pour les projets ELEKTOR.

Fonctionnement et mesures

S3 permet de commuter la sortie BF sur le signal audio MPX ou le sinus 594 Hz. Le signal MPX permet de tes-

Liste des composants :

Résistances :

- R1 = 1 kΩ
- R2 = 1 MΩ
- R3 = 470 kΩ
- R4 = 180 kΩ
- R5 = 15 kΩ
- R6, R27 = 100 kΩ
- R7 = 39 kΩ
- R8 = 2kΩ4 (ou E96 : 2kΩ43)
- R9, R10, R25, R26, R28, R29 = 10 kΩ
- R11 = 5kΩ1 (ou E96 : 5kΩ11)
- R12, R13 = 120 kΩ
- R14 = 47 kΩ
- R15 = 1kΩ8
- R16, R18 = 22 kΩ
- R17 = 1kΩ5
- R19 = 33 Ω
- R20 = 2kΩ2R21 = 4kΩ7
- R22 = 68 Ω
- R23 = 470 Ω
- R24 = 56 Ω
- R30 = 5kΩ6
- R31 = 330 Ω

- R32 = 100 Ω
- R33 = 820 Ω
- P1 = ajustable 25 kΩ
- P2 = ajustable 4kΩ7

Condensateurs :

- C1 = 47 pF
- C2 = 56 pF
- C3 = 22 nF MKT au pas de 5 mm
- C4, C9, C13, C15, C26 à C30, C32 = 100 nF céramique au pas de 5 mm
- C5, C10 = 47 μF/6V3 tantale ou radial
- C6, C12 = 68 pF
- C7 = 4nF7 MKT au pas de 5 mm
- C8, C16, C17, C21 à C25 = 1 nF au pas de 5 mm
- C11 = 4μF7/16 V tantale ou radial
- C14 = 220 μF/10 V radial
- C18 = 18 pF
- C19 = 100 pF
- C20 = condensateur ajustable 2 à 22 pF
- C31 = 4μF7/16 V radial

Self :

- L1 = self à air 6 spires de fil de cuivre émaillé ou argenté de 0,8 mm, diamètre intérieur de 5 mm

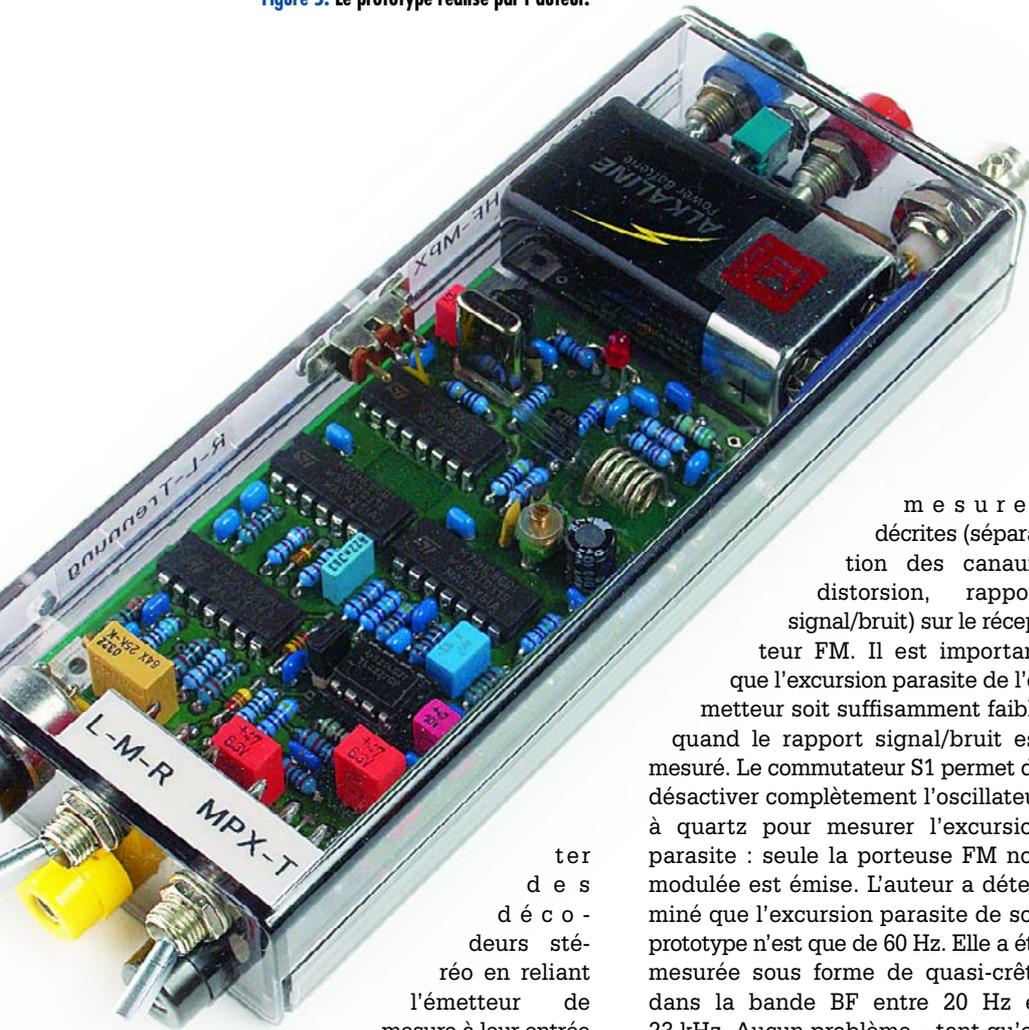
Semi-conducteurs :

- D1, D2, D5 = 1N4148
- D3, D4 = BB405 (BB205, BB505, BB208-03)
- D6 = LED rouge (faible courant)
- T1 = BF199
- IC1 = 74HC4060
- IC2, IC3 = 74HC86
- IC4 = TLC277 (TS922IN)
- IC5 = 74HC4066
- IC6 = 78L05

Divers :

- JP1 = embase à 2 contacts + cavalier
- S1 = interrupteur unipolaire (et/ou embase à 2 contacts + cavalier)
- S2 = interrupteur unipolaire à 3 positions (et/ou embase à 3 contacts + cavalier)
- S3, S4 = inverseur unipolaire à 3 positions (et/ou embase à 3 contacts + cavalier)
- X1 = quartz 9,728 MHz (HC-49/U, fondamentale à résonance parallèle, capacité 30 pF ±10 ppm)
- BT1 = pile 9 V + connecteur à pression embase BNC châssis 75 Ω (optionnel) platine EPS050268-1

Figure 5. Le prototype réalisé par l'auteur.



ter des décodeurs stéréo en reliant l'émetteur de mesure à leur entrée MPX. Le réglage de la séparation des canaux avec P1 a déjà été mentionné. P2 permet de régler le niveau du signal de test. Le signal MPX, appliqué à l'entrée du décodeur stéréo, permet de déterminer, outre la séparation des canaux, les rapports signal/bruit et le facteur de distorsion harmonique des signaux de sortie. S2 permet de commuter au choix le son étalon sur le canal stéréo gauche ou droit. Si le commutateur est en position médiane, le signal son parvient avec la même puissance aux 2 canaux, ce qui permet de vérifier la balance stéréo. Si S2 se trouve sur « TONE », le sinus 594 Hz à faible distorsion disponible à la sortie permet d'effectuer des mesures sur les amplis BF

On peut relier directement la sortie HF du générateur de tests à l'entrée antenne d'un tuner ou d'un récepteur stéréo FM. Le réglage de la fréquence d'émission a déjà été décrit. Le condensateur trimmer C20 assure le réglage fin (environ ± 300 kHz). Le signal FM permet d'effectuer toutes les

mesures décrites (séparation des canaux, distorsion, rapport signal/bruit) sur le récepteur FM. Il est important que l'excursion parasite de l'émetteur soit suffisamment faible quand le rapport signal/bruit est mesuré. Le commutateur S1 permet de désactiver complètement l'oscillateur à quartz pour mesurer l'excursion parasite : seule la porteuse FM non modulée est émise. L'auteur a déterminé que l'excursion parasite de son prototype n'est que de 60 Hz. Elle a été mesurée sous forme de quasi-crête dans la bande BF entre 20 Hz et 23 kHz. Aucun problème – tant qu'on ce signal n'est pas émis par une antenne raccordée à la sortie HF de l'émetteur. L'utilisation d'un émetteur non autorisé est en effet interdite par les lois sur les télécommunications de la plupart des pays et passible d'une amende pouvant atteindre 500 000 euros (Allemagne). Le respect des dispositions légales en Allemagne est assuré par la nouvelle incarnation de la RegTP (*Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post*), l'Agence fédérale allemande des réseaux, bien pourvue en moyens de mesure. Seuls les radioamateurs détenteurs d'une licence ont le privilège d'utiliser des émetteurs qu'ils ont construits eux-mêmes. Prudence est mère de sûreté. Même avec une puissance HF n'atteignant pas 3 mW, il est bon de s'assurer qu'aucun signal FM n'est émis, transformant l'oscillateur en un émetteur. L'utilisation d'un câble blindé (un coax de préférence) pour raccorder l'émetteur au récepteur bannira toute crainte en faisant passer l'émetteur au rang d'honnête générateur de signaux de test.

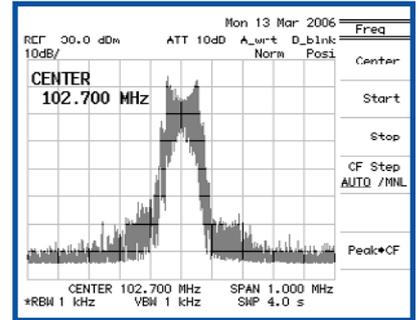


Figure 6a. Spectre du signal de sortie HF en mode mono. La fréquence porteuse est de 102,7 kHz.

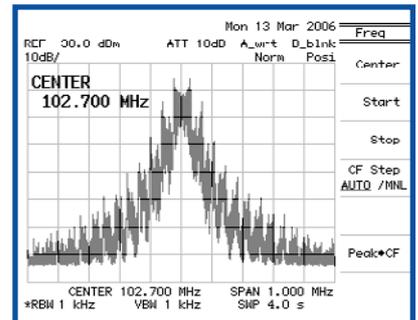


Figure 6b. Même signal que dans la figure 6a, mais en mode stéréo.

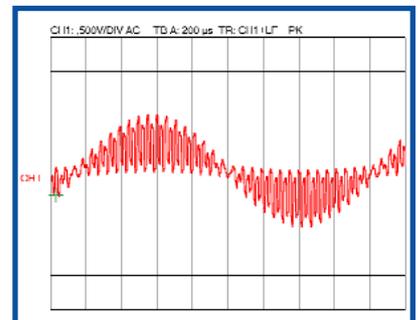


Figure 6c. Signal MPX à la sortie BF (S2 sur L ou R).

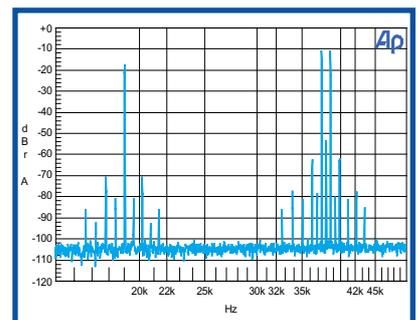


Figure 6d. Spectre de fréquence du signal de la figure 6c (signal MPX en mode stéréo). On aperçoit distinctement le résidu de la sous-porteuse 38 kHz.

(050268-1)

Cours de FPGA

Paul Goossens

Ce mois-ci, nous allons transformer le FPGA en système à microcontrôleur simple, nous utiliserons même un 8052 sans aucuns frais. Il nous servira, entre autres, à commander l'interface I²C de la platine d'expérimentation. Et finalement, nous en ferons un multimètre à 4 voies.

Le coeur du 8052 est dérivé d'un T51 libre, c'est un « open core ». Nous allons l'utiliser ici, légèrement modifié, de manière à nous faciliter la vie avec le module FPGA. Décrire son fonctionnement sortirait du cadre de ce cours. Ce qui nous importe avant tout, c'est de voir comment utiliser ce contrôleur et le raccorder à la logique numérique environnante. Nous vous proposons de l'illustrer à travers un voltmètre à quatre canaux.

Cores

Notre exemple se compose de plusieurs morceaux de logique numérique. Vous le trouverez dans le répertoire « ex9 » du logiciel correspondant (060025-3-11). À l'ouverture du fichier de projet, vous découvrirez un schéma graphique comme à la figure 1. Le noyau de ce circuit est constitué du bloc nommé « T8052 ». Il formera notre contrôleur 8052. Les fichiers qui s'y rapportent se trouvent dans les répertoires « T51 » et « Altera Cyclone ». Ce contrôleur dérive du coeur 8052 disponible gratuitement sur www.opencores.com. Nous l'avons légèrement adapté de manière à mieux utiliser la mémoire interne du FPGA. Nous y avons ajouté une interface wishbone (fourchette). Mais sur ces modifications, nous y reviendrons le mois prochain.

Ce qu'il nous importe de savoir, c'est que ce contrôleur contient 8 Ko de mémoire de programme et 4 Ko de XRAM. Il est en outre compatible avec le standard 8052, nous pouvons donc employer les outils de conceptions habituels commercialisés pour le 8052.

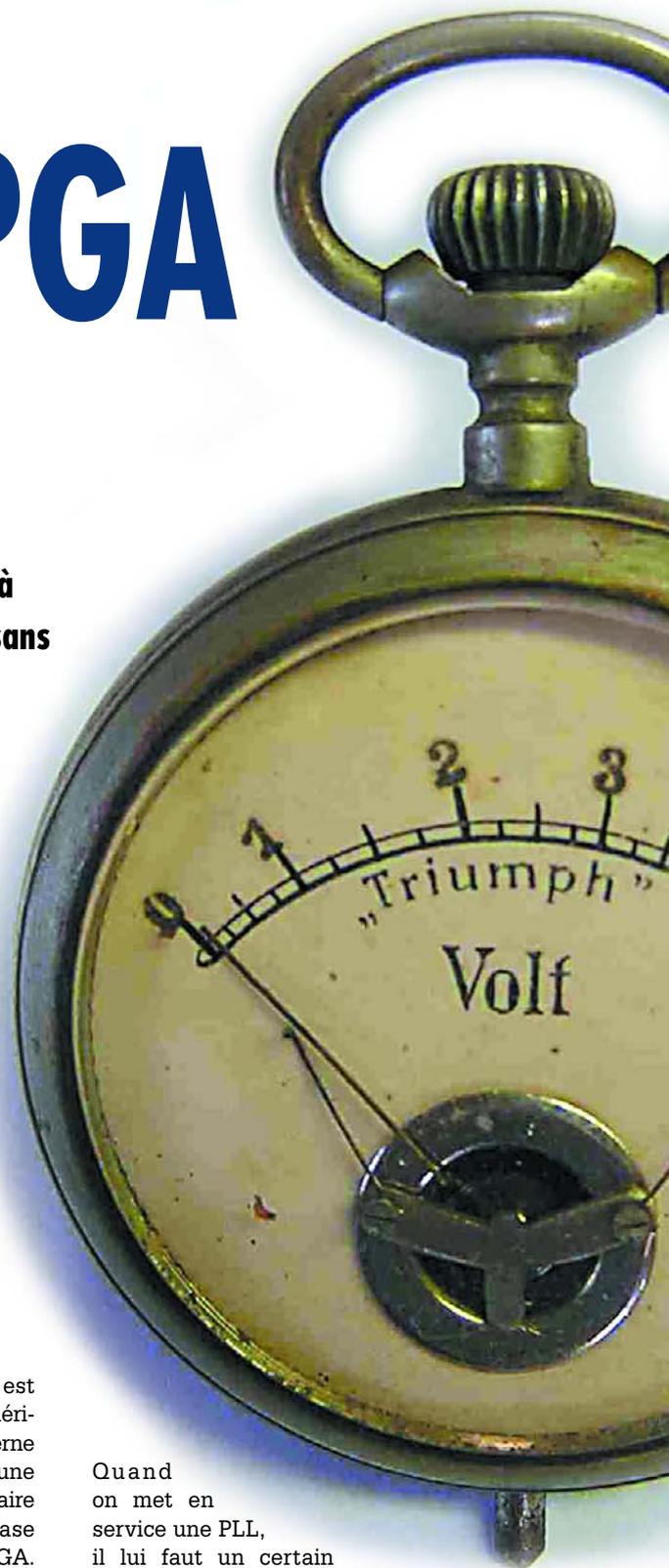
PLL

Dans notre exemple, le 8052 est scandé à 25 MHz. Nous pourrions dériver cette fréquence de l'horloge interne à 50 MHz par l'intermédiaire d'une bascule. Mais nous avons préféré faire appel à l'une des boucles à phase asservie (PLL) présente dans le FPGA. Cette boucle nous permet, au départ du signal d'horloge à 50 MHz, de créer une chronométrie à une autre fréquence. À l'usage de ces boucles d'asservissement, Quartus fournit, avec sa panoplie logicielle, des IP-cores sous le nom de « Megafonctions ». On les trouve parmi les symboles de la boîte à outils (*symbol toolbox*), là où nous avons déjà pêché des bornes d'entrées et autres portes logiques. Avant d'utiliser les mégafonctions, nous vous recommandons de faire un tour par le manuel de Quartus. En l'occurrence, nous voulons façonner une de ces fonctions pour générer un signal d'horloge à 25 MHz en partant de 50 MHz.

Quand on met en service une PLL, il lui faut un certain temps avant de parvenir à délivrer un signal stable. Aussi, durant cette période transitoire, sa sortie devra être verrouillée à « 1 ».

8052

Notre 8051 tourne donc à 25 MHz. Son entrée de mise à zéro est une fonction logique OU au départ de l'entrée logique SWITCH1 et de la sortie inversée « locked » de la PLL. On obtient ainsi que, tout au long de la période de synchronisation de la boucle d'asservissement, aucun signal d'horloge ne soit délivré et que le contrôleur soit maintenu en état « reset ». Mais en supplément,



3^e partie : coeurs et systèmes enfouis

nous pouvons, à l'aide du poussoir S1 de la platine d'expérimentation, le remettre à zéro à tout moment.

Les deux entrées d'interruptions externes, nous les mettons à la masse (« 0 »), nous n'en aurons pas besoin.

D'avantage d'explications au sujet des ports P0 à P3. Sur un 8052 standard, ces ports peuvent fonctionner aussi bien comme entrée que comme sortie. Dans un FPGA, il est rare d'utiliser des

signaux bidirectionnels. Aussi, chaque port de notre 8052 est-il pourvu d'une entrée sur 8 bits et d'une sortie en 8 bits. Les entrées inutilisées seront simplement reliées aux sorties correspondantes du même port.

Supposons que le bit 0 du port P3 ne soit pas utilisé comme entrée, il nous faut alors le brancher sur le bit 0 de la sortie du port P3.

Un mot encore de l'entrée XRAM_AC. Elle fait partie du bus fourchette. Nous traiterons de ce bus dans le prochain article.

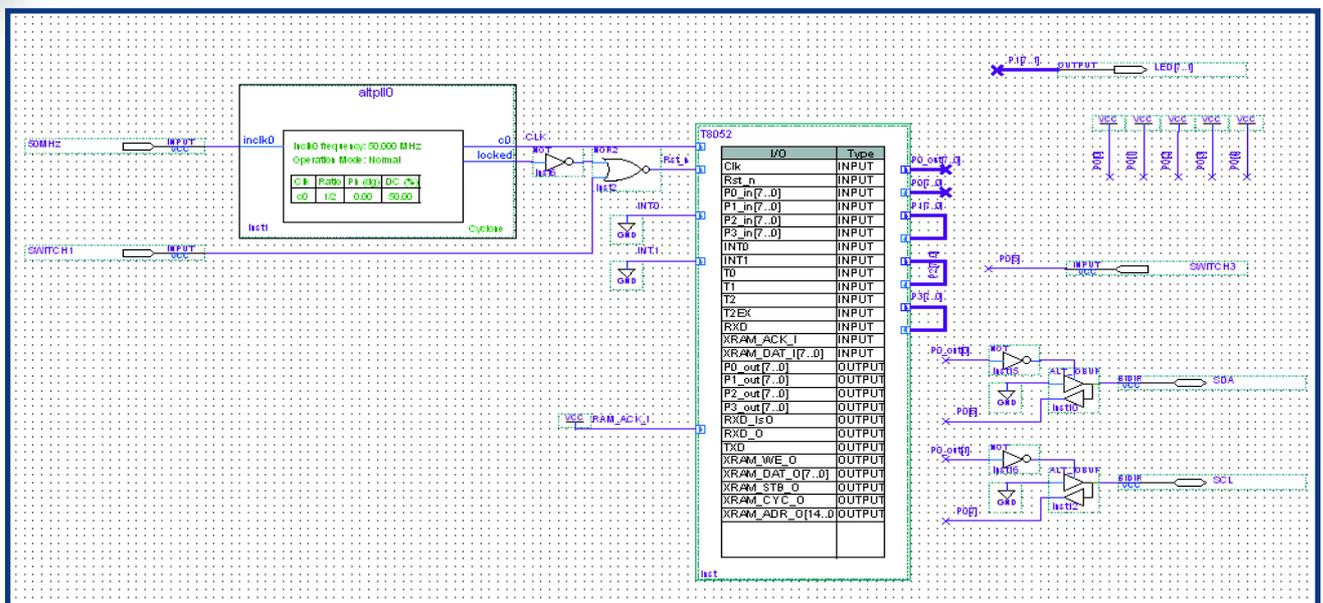
I²C

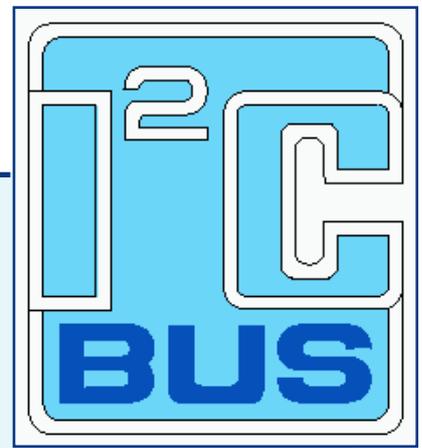
Pour un bus I²C, il faut deux signaux bidirectionnels. Or, nous venons de dire que la plupart du temps, il n'est pas possible d'en utiliser dans un FPGA. Heureusement, sur cet FPGA, il est possible de mettre en service des E/S bidirectionnelles. Dans le schéma, nous en avons dessiné deux. On peut trouver ces broches dans la même liste

que les ports d'E/S sous l'appellation « bidir ». Pour pouvoir en faire usage, il nous faut aussi un tampon bidirectionnel. Il sera dans notre circuit désigné par le symbole « ALT_IOBUF ». Il se compose d'un tampon de sortie avec une entrée de validation (*enable*) et d'un tampon d'entrée. Dès que l'entrée de validation est à « 1 », la sortie peut fournir ou drainer du courant, selon le niveau d'entrée appliqué à l'entrée de ce tampon. Dans cette configuration, un appareil extérieur peut commander cette broche avec un niveau haut ou bas, sans occasionner de court-circuit. Nous pouvons utiliser la sortie du tampon d'entrée pour connaître l'état de cette ligne, que le tampon de sortie soit activé ou pas.

Nous savons que les signaux en I²C proviennent d'une sortie à collecteur ouvert. Donc les puces qui s'y raccordent ne peuvent que drainer du courant pour attirer la ligne au niveau bas. Dans l'exemple, nous relierons l'entrée

Figure 1. Le schéma de notre système enfoui (*embedded system*).





Le bus I²C

Sur la platine d'expérimentation, on utilise un bus I²C pour commander plusieurs puces subalternes. Elles servent à établir les liaisons des E/S numériques et analogiques avec les connecteurs K3 et K5 et par bus I²C avec le FPGA. La puce qui attaque l'écran LCD est également abonnée au même bus I²C.

La structure des signaux sur un bus I²C est illustrée par la figure jointe. On y voit clairement que tous les CI qui s'y raccordent commandent les lignes SDA et SCL par une sortie à drain ouvert. En d'autres termes, chaque puce peut attirer le niveau de ces lignes à la masse, mais ne peut jamais leur appliquer la tension d'alimentation. C'est le rôle des résistances de forçage haut, elles font en sorte que le niveau sur la ligne soit celui de la tension d'alimentation pour autant qu'aucun des circuits intégrés ne l'attire à la masse.

Chaque communication démarre par ce que l'on appelle une condition de départ, qui se caractérise par un flanc descendant sur la ligne de données SDA alors que la ligne d'horloge SCL est haute. Ensuite, la ligne SCL devient basse elle aussi. La fin de communication se marque par une condition d'arrêt qui se distingue par le fait que la ligne SCL passe au niveau haut, puis que la ligne SDA devient haute également. Ce sont les deux seuls cas où la ligne SDA change de niveau alors que la ligne SCL est haute.

Après la condition de départ, le maître envoie d'abord une adresse I²C sous la forme d'une valeur de 8 bits dont le dernier détermine si on aura affaire à une opération de lecture ou d'écriture. Une lecture correspond à un bit « 1 ». Les sept autres bits indiquent l'adresse d'une puce en particulier.

Le CI qui reconnaît son adresse maintiendra alors à la masse la ligne SCL lors du neuvième coup d'horloge, en signe d'accusé de réception. C'est ce qu'on nomme d'habitude ACK, pour « Acknowledge », confirmation.

Si le huitième bit était un « 1 », le maître commence alors la transmission du premier octet. Il place donc le MSB (bit de poids fort) du premier octet sur la ligne SDA et donne un coup d'horloge. Il fait ensuite de même pour le 6^e bit et le scande par l'horloge, et ainsi de suite jusqu'au LSB, le bit de poids le moins significatif. Lors de la neuvième

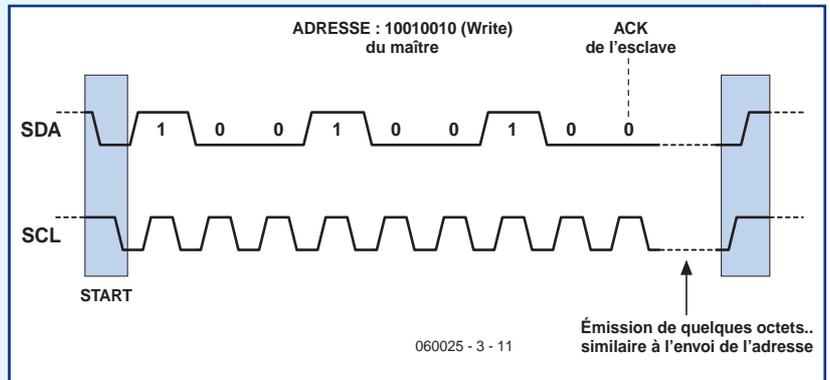
impulsion d'horloge, le CI subalterne tirera de nouveau la ligne SDA à la masse en forme d'ACK. À présent, le maître peut envoyer un autre octet ou terminer la communication par une condition d'arrêt.

Lors d'une opération de lecture, les choses sont différentes. Le maître génère une condition de départ avant de transmettre l'adresse du CI voulu, avec cette fois-ci un « 0 » comme LSB. Le subalterne appelé répond par un ACK.

Ensuite, c'est le subalterne qui place le premier bit (MSB) à expédier sur la ligne SDA. Le maître génère un coup d'horloge et accepte le bit. Après réception du huitième bit, le maître envoie un ACK. Le maître peut alors décider de recevoir un autre octet ou achever la communication par une condition d'arrêt.

Il faut savoir qu'à tout moment, c'est le maître qui génère le signal d'horloge. Mais le subalterne peut exercer une influence en retardant l'horloge. Voici comment il s'y prend.

Après que le maître ait relâché le contrôle sur la ligne SCL, elle passe donc à haute impédance, il doit attendre que le niveau sur cette ligne SCL soit redevenu haut. Un subalterne peut pendant cette période maintenir la ligne à la masse si par exemple il lui faut encore un certain temps pour traiter les données. De cette manière, le subalterne peut retarder la communication.



des tampons de sortie à GND. Ensuite, passer l'entrée de validation à « 1 » nous permet d'entraîner le signal à la masse. Dans ce cas-ci, la broche de validation pour la ligne SDA est reliée à l'inverseur du bit 0 à la sortie du port P0. Ce qui veut dire que quand ce bit passe à « 0 », l'entrée de validation passe à « 1 » et du même coup le signal SDA retourne à la masse.

Nous pouvons à tout moment lire l'état de la ligne SDA du bus I²C par l'intermédiaire du bit 6 du port d'entrée P0. Nous faisons pareil avec la ligne SCL, mais évidemment en utilisant d'autres bits du port P0.

Cette construction nous permet de réaliser le protocole I²C par logiciel.

Micrologiciel

Peut-être vous êtes-vous déjà demandé où se situe le logiciel pour le contrôleur.

La mémoire de programme est casée dans le T8052. Il s'agit aussi d'une mégafonction. Lors de la compilation, la mégafonction va utiliser le contenu du fichier « **firmware.hex** » du répertoire « firmware » (micrologiciel) pour remplir la mémoire de programme. Nous verrons plus loin la manière d'y mettre à jour aisément le logiciel.

Le programme pour cet exemple est rédigé à l'aide du compilateur gratuit SDCC. On le trouve sur la page d'accueil de SDCC. Vous en aurez besoin si vous comptez modifier le programme à votre gré. Après téléchargement, lancez le « **setup** ». Il vous est conseillé de laisser en l'état les réglages standard. Quand le logiciel vous demandera si vous voulez ajouter SDCC au chemin normal, répondez par l'affirmative.

Le micrologiciel en question se trouve dans le répertoire sous ex9/firmware. C'est là aussi que vous trouverez un fichier nommé « **make.bat** ». Un double clic dessus et le micrologiciel est recompilé.

Toute l'intelligence du système repose dans le micrologiciel. C'est lui en effet qui s'occupe de la commande du bus I²C, du convertisseur A/N et du module LCD. Son code source se révèle d'une grande simplicité, il ne donnera pas de souci à qui connaît un tout petit peu de C.

Pratique

Lançons le logiciel pour configurer le FPGA à l'aide de l'exemple du mois, dans le répertoire « ex9 ». Après quoi, c'est un message sur l'écran LCD qui vous souhaite la bienvenue. Au bout

champ en dessous, il a mis un « ? » à la place du contenu.

On sélectionne la mémoire de programme d'un clic sur le texte « PROG ». En haut, dans le fenêtre, il y a le texte « Instance Manager: » suivi de plusieurs boutons. Cliquez sur celui de gauche, du nom de « Read » et qui représente un document avec une flèche pointée vers le haut.

Dès lors, Quartus va lire le contenu de la mémoire et l'afficher en dessous. Tout ceci se produit sans occasionner de charge supplémentaire pour le

fichier hex dans le tampon de mémoire. Un avertissement s'inscrit qui vous signale que la longueur du fichier hex n'est plus la même que celle du tampon de mémoire. Vous pouvez l'ignorer. Appuyer maintenant sur le poussoir S1 de la carte d'expérimentation, celui qui assure la mise à zéro du contrôleur dans le FPGA. Maintenez-le enfoncé et cliquez de la souris le bouton « Write ». Vous le reconnaîtrez au symbole en forme de document avec une flèche vers le bas. C'est lui qui va

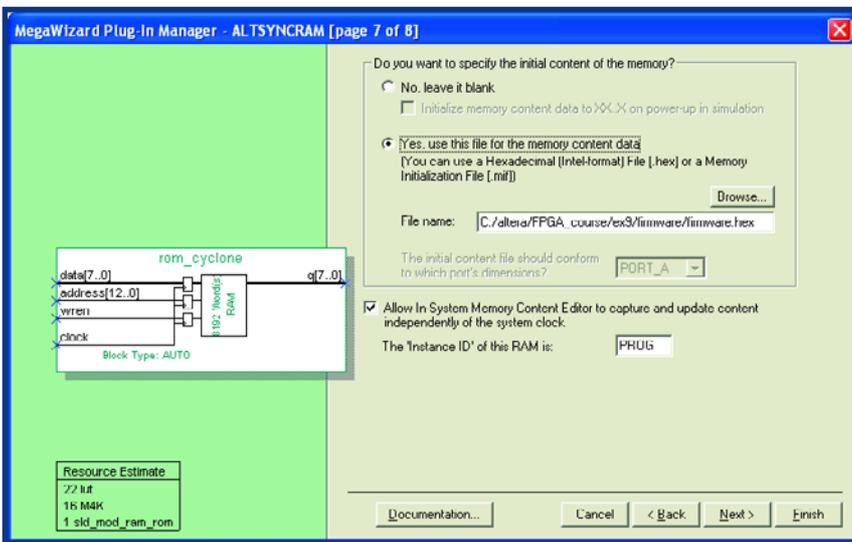


Figure 4. Désigner l'emplacement du micrologiciel sur le disque dur.

d'à peu près 4 secondes, l'écran commencera à afficher systématiquement les tensions mesurées sur les quatre entrées analogiques de la carte d'expérimentation. Vous voici donc en possession d'un voltmètre numérique à quatre voies !

Nous savons qu'à côté de la mémoire de programme du contrôleur, dans le FPGA, il y a une mémoire de travail. Grâce à l'adaptation apportée à ce contrôleur, nous pouvons, avec Quartus, aller lire et modifier le contenu de cette mémoire. Il faut, dans le menu « Tools », cliquer sur « In-System Memory Content Editor ». Une nouvelle fenêtre se présente, semblable à la figure 2. Au dessus, à gauche, deux mémoires y sont renseignées, PROG et XRAM. Dans PROG se trouve le programme que le 8052 exécute, mais Quartus ne sait pas encore ce qu'il y a dedans. La preuve, c'est que dans le

8052, vous n'observerez même pas de ralentissement du processus.

Nouveau micrologiciel

Nous allons ensuite essayer d'adapter le micrologiciel. Changeons la chaîne de caractères de la ligne 57 pour y lire « Test », par exemple. D'un double clic sur « make.bat », dans le répertoire cité, le nouveau texte est enregistré. SDCC va recompilier le micrologiciel et placer le résultat dans un nouveau fichier « firmware.hex ».

Retournez dans le Memory Content Editor et pointez la souris dans un champ de données. Un clic du bouton droit et vous pouvez choisir « Import Data from File... » dans le menu. Allez à présent dans le dossier « firmware » et choisissez-y le nouveau « firmware.hex ».

Le logiciel place alors le contenu du

transférer, via l'interface JTAG, le contenu de la mémoire tampon dans celle du FPGA.

À vous les manettes

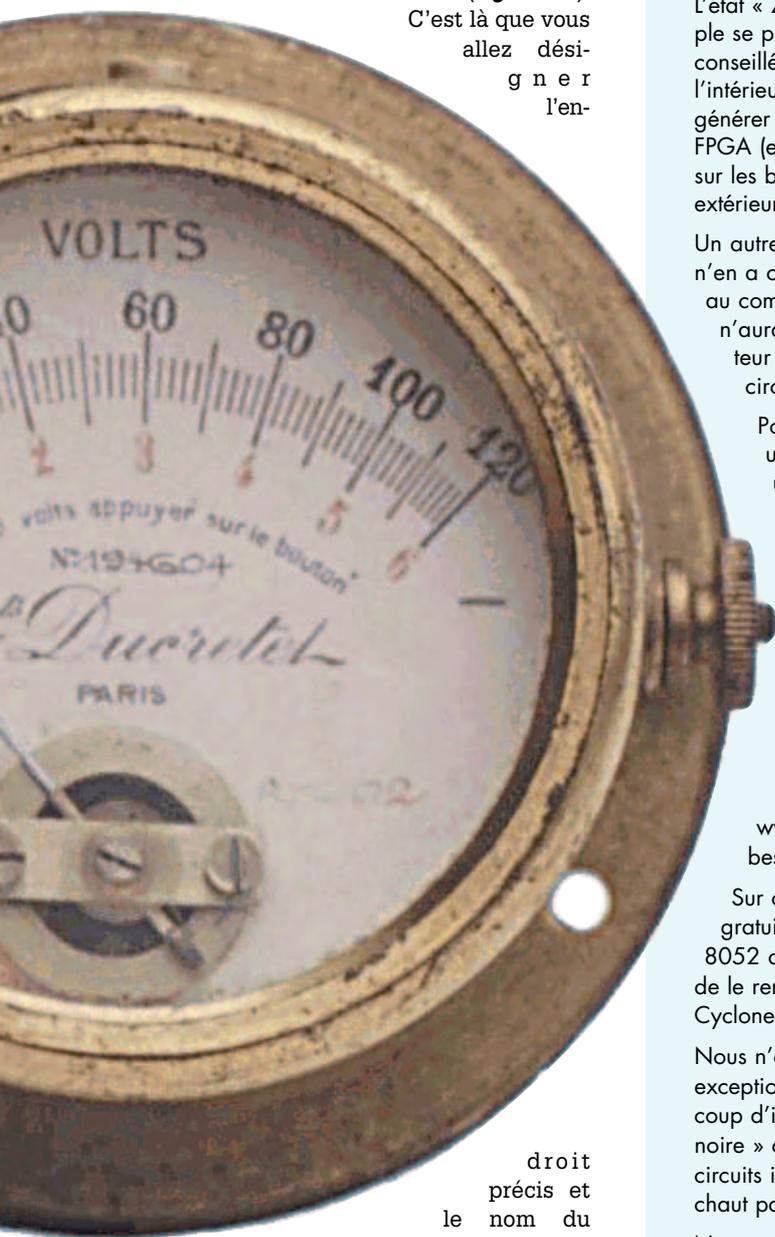
Dans l'attente du prochain numéro, voici une suggestion pratique. Libre à vous d'acquérir une certaine expérience sur le 8052 et, pour y parvenir, le plus simple est probablement de copier le dossier « ex9 » dans un autre dossier de manière à pouvoir expérimenter à votre guise dans cette nouvelle version.

Souvenez-vous cependant de ce que le compilateur s'attend à trouver le micrologiciel à un endroit bien précis. Facile de lui monter la voie : allez sous l'onglet « Hierarchy » dans le Project Navigator et cliquez sur le signe + à côté du texte « T8052 ». Une liste apparaît



en dessous dans laquelle vous trouverez le texte « rom_cyclone ». Un double clic dessus montre une fenêtre du MegaWizard. Un clic sur « Next » vous conduit à la fenêtre suivante de ce magicien. Il faut aller jusqu'à la fenêtre 7 (figure 3).

C'est là que vous allez désigner l'en-



droit précis et le nom du fichier hex que vous voulez utiliser comme micrologiciel. Pour terminer, cliquez sur « finish ». Il est important de garder intactes toutes les autres indications. Il ne vous reste plus qu'à recompiler le projet et vous disposerez dans la mémoire de programme du micrologiciel souhaité.

(060025-3)

Liens utiles :

www.opencores.com
www.sourceforge.com
<http://sdcc.sourceforge.net>

STD_LOGIC

Depuis le début de ce cours, nous avons fait appel à des signaux de type STD_LOGIC qui peuvent prendre différents états parmi lesquels les états « 1 » et « 0 » que nous avons déjà utilisés. Mais les signaux STD_LOGIC peuvent en prendre d'autres, dont « Z » et « — » sont les principaux.

L'état « Z » indique que le signal est à haute impédance. Cela peut par exemple se produire à la sortie d'un tampon doté d'une entrée de validation. Il est conseillé de ne PAS utiliser cet état quand on développe un projet à réaliser à l'intérieur d'un FPGA. La plupart des FPGA ne dispose d'aucune possibilité de générer des signaux internes à haute impédance. Cependant, la plupart des FPGA (et le nôtre aussi) sont capables de fournir des états de haute impédance sur les bornes d'E/S. Nous pouvons dès lors, et uniquement sur ces bornes extérieures, prévoir des états « Z ».

Un autre état, noté « — », correspond à « Don't care » ce qui signifie : on n'en a cure. Quand on attribue cet état à un signal, on veut simplement dire au compilateur qu'il peut en faire un « 1 » ou un « 0 », peu importe, ça n'aura aucune influence sur le résultat final. Voilà qui permet au compilateur de simplifier éventuellement des fonctions et donc d'utiliser moins de circuiterie dans le FPGA.

Pour réaliser notre interface I²C en Quartus, nous avons fait appel à un ALT_I0BUF. Il s'agit d'un tampon avec entrée de validation, donc un tampon dont la sortie passe à haute impédance, s'isole du reste, dès que l'entrée de validation passe à « 0 ». Le niveau de la sortie (la broche du FPGA) est disponible par l'intermédiaire d'un second tampon.

Coeurs libres

Le noyau du 8052 que nous employons provient du coeur du T51. Il est libre, c'est-à-dire qu'il est à prendre gratuitement sur le site internet www.opencores.com. Nous l'avons quelque peu adapté en fonction aux besoins de ce projet-ci.

Sur ce site, tous ces coeurs (aussi appelés IP pour Intellectual Property) sont gratuits, chacun peut les utiliser à sa guise sans rien devoir à personne. Le 8052 que nous employons ici a subi des modifications, principalement en vue de le rendre apte à travailler correctement avec la mémoire interne des FPGA Cyclone.

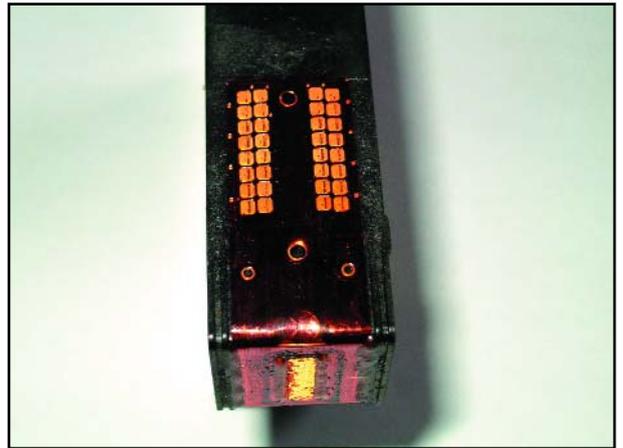
Nous n'entrerons pas dans les détails du fonctionnement interne du 8052, exception faite d'un impératif didactique, cela ne présente d'ailleurs pas beaucoup d'intérêt. Le concepteur peut fort bien le considérer comme une « boîte noire » capable de remplir une certaine fonction. C'est pareil avec les autres circuits intégrés, nous attendons qu'ils fonctionnent comme prévu, peu nous en chaut par quel procédé ils y arrivent.

Nous avons placé dans le dossier « T » tous les fichiers nécessaires pour l'utilisation de ce coeur. Tous réunis, les fichiers VHDL de ce dossier constituent un contrôleur 8052. Le document « top level » de ce processeur est le fichier T8052.vhdl et il est aussi le seul avec lequel nous aurons à travailler directement. Ce n'est pas un lourd travail que de transplanter ce coeur dans un nouveau projet personnel. Nous vous recommandons cependant, si vous voulez l'employer pour différents projets à élaborer, de recopier le répertoire « ex9 » dans un autre de vos dossiers et ensuite de le modifier à votre guise.

La plupart des signaux du coeur du 8052 parlent d'eux-mêmes. Seuls ceux qui commencent par « XRAM » demandent un mot d'explication. Ils forment ensemble un bus en fourchette, un wishbone-bus, que nous détaillerons dans la prochaine livraison. Ce qu'il vous faut savoir en attendant, c'est que si vous ne mettez pas en service ce bus, le signal XRAM_ACK du processeur devra toujours rester à « 1 », au risque d'avoir à constater que de battre, son coeur s'est arrêté...



La fameuse cartouche de HP, une 51640M, connue sous le nom de « type 40 ». Des sources sur Internet affirment que cette cartouche peut être remise à niveau (de liquide) au moins 10 fois.

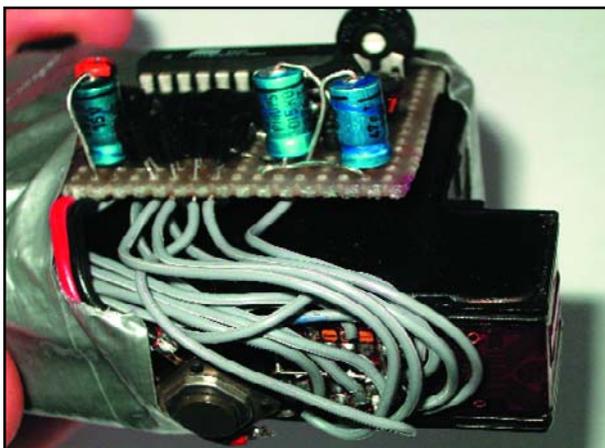


La cartouche jaune toute vierge : belle et propre. Un certain nombre d'autres cartouches frimaient moins après de nombreuses heures à tenter de découvrir le fonctionnement des différents contacts.

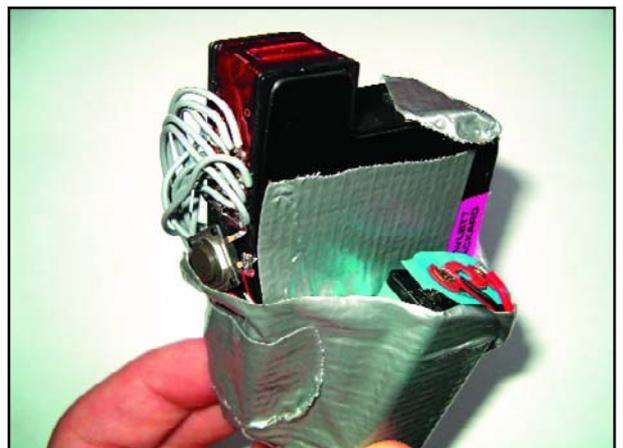
Tampon électronique

Jeroen Domburg & Thijs Beckers

Nous allons, dans notre « atelier » de ce mois-ci, nous intéresser d'un peu plus près à des « circuits qui, s'ils ne sont pas très utiles, peuvent quand même être amusants ». Le montage présenté ici permet, par exemple, d'écrire sur l'eau, le texte disparaissant rapidement ensuite. Mais on peut également écrire sur des panneaux laqués blancs ou toute autre surface solide telle que du papier à lettre. Avons-nous éveillé votre curiosité ? Lisez donc la suite...



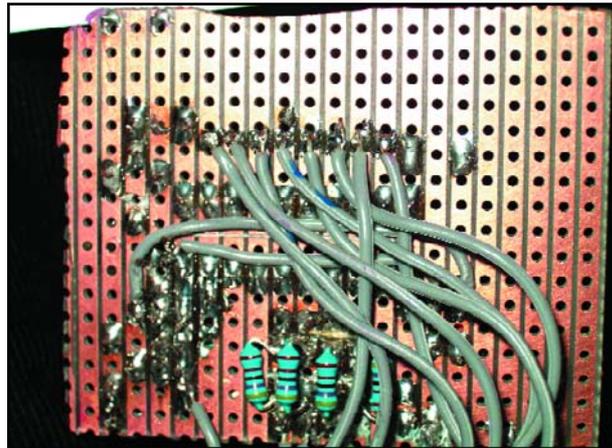
Le circuit fixé sur la cartouche. Le bouton-poussoir d'activation a été disposé à un endroit facile d'accès.



La construction fait appel à un dispositif d'utilisation universelle, le « duct-tape ». Pratique également pour fixer la pile.



Le circuit a été monté directement sur une platine d'expérimentation sans avoir passé par quelque stade de dessin de platine que ce soit.



Le dessous prouve le caractère expérimental du circuit.

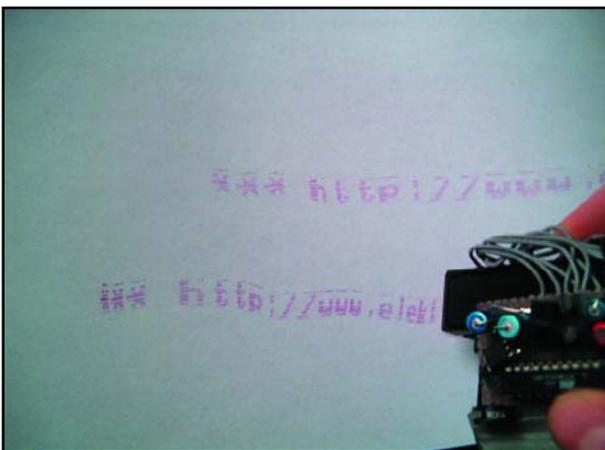
que Imprimer sans imprimante

L'un des aspects attrayants de l'électronique en tant que passe-temps est que ce que l'on réalise peut très bien se passer d'être utile. Pourvu que l'on s'amuse. C'est dans cet esprit qu'est né ce projet. L'auteur, s'acharnant à reproduire sur un tableau blanc des paroles sans intérêt prononcées par un colocataire, constata que son écriture était quasiment illisible. L'écriture elle-même prenait bien trop de temps. L'idée qu'il devait y avoir un moyen plus rapide de vandaliser le tableau blanc d'autrui se traduisit par la naissance de ce tampon électronique. Dans ce tampon électronique, c'est une cartouche d'imprimante inkjet qui remplit la fonction du feutre.

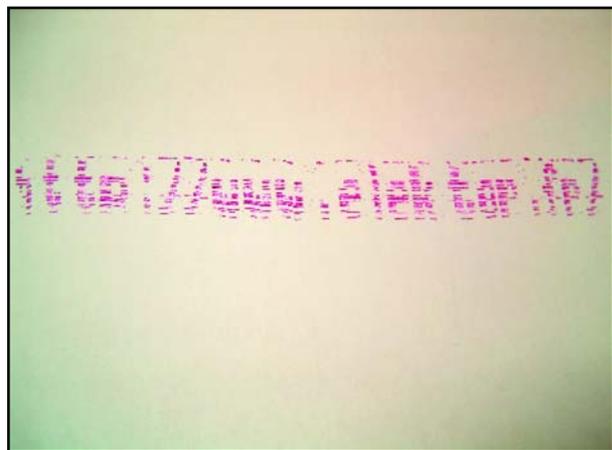
Cartouche

Une cartouche d'inkjet est, de nos jours, un système complexe comportant souvent plusieurs centaines de « buses ». Une buse est un minuscule orifice par lequel se fait la projection des gouttelettes d'encre. La technique d'éjection varie d'un fabricant à l'autre. Dans le cas de la cartouche HP que nous allons utiliser, le fonctionnement des buses est thermique.

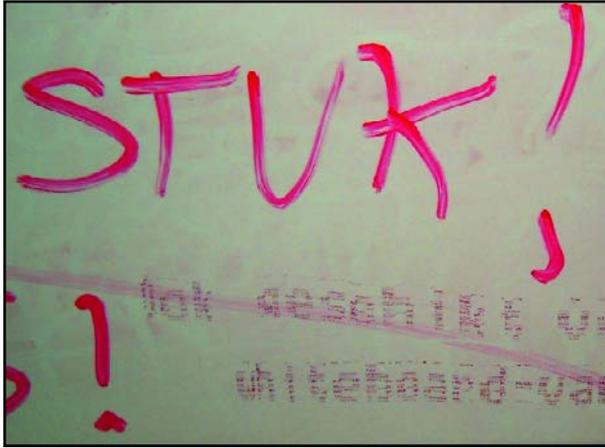
La tête est constituée d'une plaquette de silicium dans laquelle les canaux des buses vont du réservoir d'encre vers l'avant de la tête d'impression. Au milieu de chacun de ces canaux se trouve une micro-résistance. La circula-



Voici ce que produit un passage de l'ensemble sur un morceau de papier ...



... tout en maintenant le bouton-poussoir enfoncé.



Oltre sur du papier, cet appareil fonctionne aussi fort bien sur des tableaux réinscriptibles, ce qui avait d'ailleurs été la première idée d'application.



Mais pourquoi s'arrêter en si bon chemin. L'objet représenté ici sera facilement reconnu par nombre d'étudiants (mais aussi de non étudiants).

tion, pendant une durée extrêmement brève (10 ms seulement bien souvent), d'un courant relativement important dans cette résistance la rend tellement chaude que l'encre qui se trouve à cet endroit du canal est vaporisée. Comme, sous forme de vapeur, l'encre occupe bien plus de place que l'encre liquide, l'encre encore liquide se trouvant sur la partie avant du canal se trouve éjectée. Ce phénomène se produit à petite échelle de sorte que la vitesse d'éjection de l'encre par la buse est relativement élevée, ce qui permet de projeter l'encre avec une précision élevée sur le support.

Sur une imprimante à jet d'encre normale, c'est un moteur et un système de guidage qui donne à la tête d'impression son mouvement latéral. Il est préférable, si nous voulons réaliser un dispositif portable, de ne pas intégrer ce système dans notre tampon électronique. Nous n'utiliserons par conséquent la cartouche associée à l'électronique de pilotage de la tête. C'est à l'utilisateur de créer le mouvement. Il est important, lors du déplacement, de veiller à un mouvement orthogonal et régulier par rapport au support d'impression. C'est en forgeant que l'on devient forgeron.

La cartouche que nous avons choisie est une HP 51640M connue également sous la dénomination de « HP type 40, magenta ». Cette cartouche existe tant en magenta (rouge violacé) qu'en cyan (bleu ciel) qu'en jaune et en noir. Nous avons testé le montage avec des cartouches magenta et cyan, mais il est probable que toutes les cartouches de type 40 aient le même brochage, les jaune et noire aussi. Les autres cartouches HP ne semblent pas avoir le même brochage, bien que le principe de fonctionnement soit probablement le même.

Buses

Sur la première génération d'imprimantes à jet d'encre, les cartouches possédaient quelque 24 buses. Le pilotage de l'ensemble était enfantin : toutes les résistances de buses possédaient une extrémité commune reliée à l'une des broches du connecteur vers l'imprimante, l'autre extrémité de chacune des résistances disposant de sa propre broche de contact. Un simple multimètre permet de mettre en carte le brochage d'une telle cartouche. Les choses se compliquent avec les cartouches plus récen-



En raison de la finesse et de la légèreté des gouttelettes il devient même possible d'écrire sur une surface liquide !

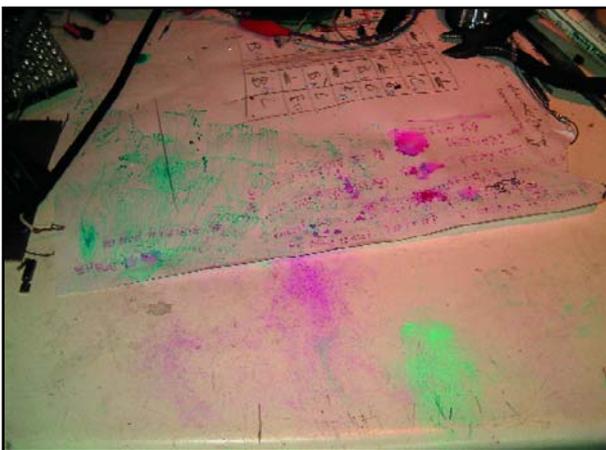


Au bout d'une dizaine de secondes l'encre disparaît, le dessin devenant illisible.



Autre cible de ce montage. Attention : l'encre n'est sans doute pas ce qu'il y a de meilleur pour la santé.

tes. Celle que nous utilisons ici possède plus de 100 buses. Le nombre de contacts est heureusement plus faible. HP a sans doute intégré de l'électronique dans la tête d'impression de manière à permettre le pilotage des différentes buses. C'est là que l'amateur d'électronique se trouve confronté à un problème. C'est quoi cette électronique ? On peut en effet imaginer différentes méthodes de commande différentielle des buses. De registres à décalage et multiplexeurs à une simple matrice permettant un accès individualisé des buses. Si cette dernière méthode se laisse décrypter à l'aide d'un multimètre, l'identité des autres requiert au minimum un analyseur logique ou un instinct de génie. L'ouverture de l'imprimante dans laquelle vient s'insérer la cartouche ne nous amène à rien. Tout ce que l'on peut voir est la mise à la masse d'un certain nombre de connexion, le reste allant vers un circuit intégré non identifié. Après de longues réflexions et mesures, l'auteur découvre une technique dérivée de la technologie d'identification des gènes. Éliminer un gène et voir ce qui change dans l'organisme permet d'en identifier la fonction. On peut également procéder ainsi avec une cartouche à jet d'en-



Une dernière recommandation : si vous voulez vous amuser avec ces cartouches d'encre, faites-le sur une surface ne craignant pas d'être salie.

cre : recouvrir des contacts du connecteur et voyons où les choses se gâtent. Après de longs essais il apparut qu'avec très exactement 3 contact (dont une masse) l'imprimante ne produisait plus qu'une ligne très fine. Ces contacts suffisent donc au pilotage d'une buse. À partir de cette information et quelques bricolages épaulés par un microcontrôleur et une alimentation de laboratoire fournissant 20 V on arrive à découvrir le fonctionnement exact de la cartouche.

Finalement, il s'avéra que la cartouche était subdivisée en 8 secteurs de 17 buses chacun. La tête d'impression proprement dite est constituée de 2 rangées d'orifices. Chaque rangée d'orifices comporte 4 secteurs, chacun d'entre eux ayant son propre contact d'alimentation. L'application d'une tension de 20 V à cet endroit permet d'activer les buses de ce secteur. Leur activation dépend des entrées de buse. La mise d'une entrée à une tension positive entraîne l'éjection d'une gouttelette d'encre par cette buse. En l'absence de tension sur l'entrée de buse il ne se passe rien. La **figure 1** donne les positions des différentes entrées.

Tension

Le reste du circuit se résume en un microcontrôleur (ATTiny2313), un rien d'électronique assurant la communication avec la cartouche, un convertisseur CC/CC chargé de fournir le 20 V requis par les buses, un 78L05 pour l'alimentation du microcontrôleur et une pile de 9 V chargée de fournir la tension d'alimentation (cf. **figure 2**).

L1, D1, T1, C4, R1 et la partie PWM du microcontrôleur constituent le convertisseur CC/CC, un simple convertisseur buck. En voici le fonctionnement. Le microcontrôleur essaie de maintenir à 2,5 V la tension de PD6. Pour cela il joue sur la longueur des impulsions qu'il fournit sur sa ligne PD5. Ces impulsions font entrer T1 en conduction, état qui se traduit par la circulation d'un courant dans L1. Lors du blocage de T1 le courant continue de circuler un bref instant en raison de la présence de L1. C4 se charge alors au travers de D1. Le courant allant vers C4 permet de faire monter la tension aux bornes de C4 à une valeur supérieure à celle de la tension d'alimentation. Cette tension subit une division par R1 avant d'être appliquée à PD6. Le microcontrôleur stabilise ainsi la tension sur C4 à une valeur fixe. L'ajustable R1 permet par conséquent de fixer aux 20 V requis la tension aux bornes de C4. Mettez R1 en position médiane et tournez progressivement le curseur vers la masse jusqu'à ce que la tension atteigne 20 V.

Le 78L05 épaulé par une paire de condensateurs de lissage se charge de l'alimentation du microcontrôleur.

Commande

Outre la logique PWM programmée dans le microcontrôleur, ce dernier intègre également un générateur de caractères rudimentaire. Bien qu'il soit possible d'atteindre une résolution relativement élevée (on pilote 32 buses), il ne connaît qu'une seule police définissant 8 x 8 pixels par caractère. La raison du choix d'une résolution aussi faible est la présence de 2 Koctets de ROM Flash seulement dans le microcontrôleur. Si l'on opte pour un microcontrôleur possédant plus de ROM il devient possible de choisir de meilleures polices. L'auteur a fait appel à son tiroir de pièces de rechange qui ne comportait pas de microcontrôleur de capacité plus importante.

La génération des caractères se fait par le biais d'une ligne dans la ROM Flash. Ces derniers sont envoyés aux

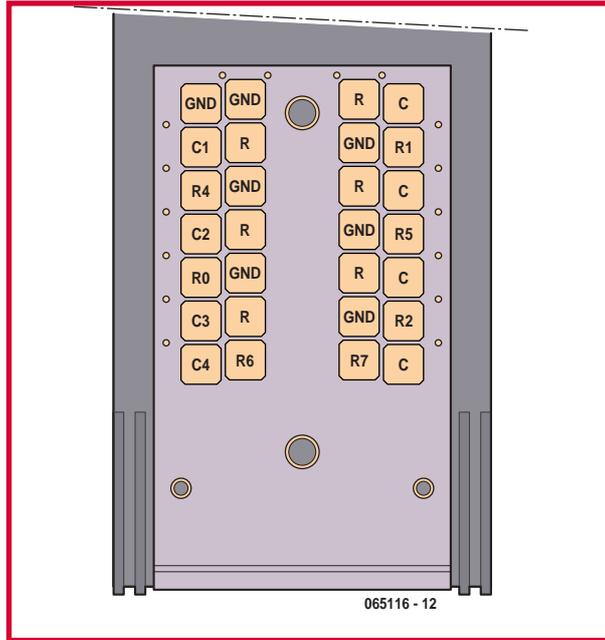


Figure 1. Brochage de la tête d'impression utilisée. Seuls sont utilisés les contacts R0 à R7 et C1 à C4, le reste n'étant pas mis à contribution dans ce projet.

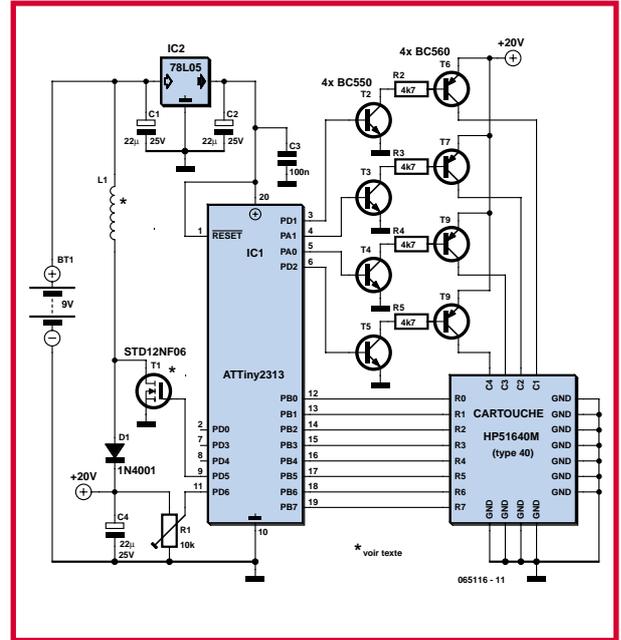


Figure 2. De par sa petite taille, le circuit pourra être réalisé sur un morceau de platine d'expérimentation à pastilles.

buses. Les secteurs sont activés l'un après l'autre, chaque activation de secteur se traduisant par l'activation d'une seule buse. La raison de cet individualisme est d'éviter que la tête d'impression ne se vide, ce qui se traduirait par la fin (temporaire) de jet d'encre. Le changement de buse permet aux buses non activées de se remplir à nouveau d'encre.

Les lignes de secteur de la cartouche (C1 à C4) doivent être alimentées en 20 V pour activer un secteur, ce que nous faisons par le biais de T2 à T5 et T6 à T9. On pourrait penser que ce double étage à transistors est superflu, pourquoi ne pas connecter T6 à T9 directement au microcontrôleur ? Cela poserait des problèmes. Le microcontrôleur intègre des diodes ESD qui forcent des tensions supérieures et inférieures à la tension d'alimentation à, respectivement, 5 V et au potentiel de la masse. Si nous supprimons T2 à T5, nous aurions circulation de courant, par le biais de la base, de l'émetteur vers l'alimentation 5 V, ce qui n'est pas l'effet recherché.

Réalisation

L'auteur a mis son circuit sur un morceau de platine d'expérimentation à pastilles, utilisant les composants dont il disposait. Ceci explique que le FETMOS T1 ait une dénomination bizarre. On peut en principe utiliser n'importe quel FETMOS à canal P tant qu'il est en mesure de supporter un courant de crête d'un demi-ampère. La self L1 n'a pas non plus de valeur critique. Celle utilisée par l'auteur a été récupérée sur un inverseur de rétro-éclairage, mais toute self plus ou moins coûteuse fait l'affaire. Dès que la ligne de tension 20 V arrive à de l'ordre de 20 V, tout est OK.

Autres possibilités

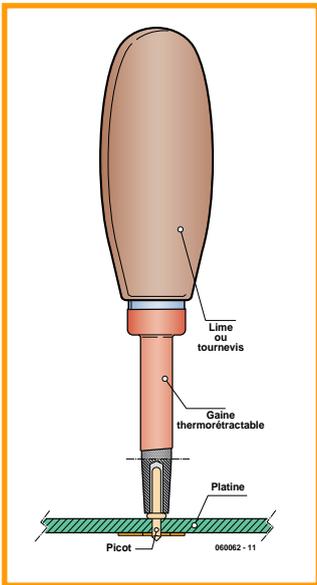
Il est possible d'améliorer ce circuit sous différents aspects. À noter, pour commencer, que les buses utili-

sées ne sont pas réparties uniformément sur la cartouche. C'est un véritable travail de moine pour identifier précisément le pilotage de toutes les buses, le brochage adopté ici permet d'écrire un texte relativement lisible. D'autre part, la consommation de courant n'est pas adaptée à une pile 9 V classique. L'écriture de longs textes la met rapidement (temporairement) sur les genoux. On pourrait envisager l'utilisation d'un accu Ni-MH de 9 V. Ces derniers acceptent de produire des crêtes de courant de faible durée. Tertio, le texte produit par le tampon est défini par le code placé dans le microcontrôleur. On pourrait imaginer de le modifier dans la mémoire EEPROM à l'aide d'un câble sériel.

Tout cela n'est pas nécessaire pour du vandalisme sur le tableau blanc d'autrui et nous laissons au lecteur le plaisir d'adapter ce circuit à son bon plaisir, l'auteur appréciant bien entendu tout feedback quant aux modifications du schéma et du code, ceci pour en faire profiter tout le monde. Le progiciel, le code-source et d'éventuelles mises à jour sont à télécharger aux endroits habituels ([1] et [2]). Dernière remarque : les cartouches à jet d'encre ne sont pas faites pour être exposées en permanence à l'air libre. Il arrive qu'elles se bouchent l'encre séchant. On peut les secouer quelques fois vigoureusement (attention aux gouttelettes volant dans tous les sens) et nettoyer l'encre qui suinte à l'aide d'un mouchoir en papier. On veillera à conserver la cartouche « la tête en bas » lorsqu'on ne l'utilise pas, cela aide à éviter ces encrassements.

(065116-1)

Cette rubrique décrit une série de projets personnels, modifications et adaptations intéressantes proposés par leurs auteurs. Il arrive dans certains cas qu'ils abordent l'aspect sécurité façon un peu cavalière. Il faudra donc prendre leurs propositions avec le grain de sel requis.



Luc Lemmens

Les picots ô combien insignifiants ne servent pas uniquement à interconnecter des pistes à des fils de câblage, mais constituent des repères précieux lors de tests et de mesures à

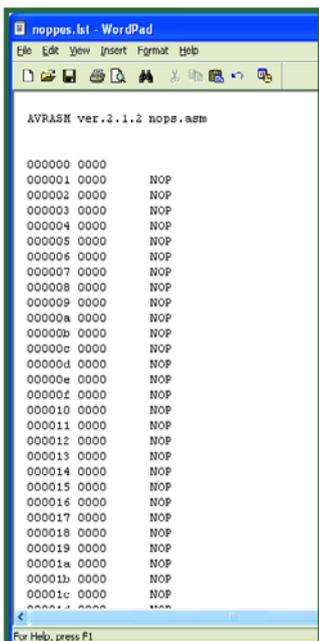
Outil d'insertion de picots

effectuer sur le circuit imprimé. En dépit de leur simplicité mécanique, les picots pour PCB sont difficiles à monter et à souder. Les problèmes les plus souvent rencontrés (admettez-le !) sont des doigts brûlés pour avoir maintenu le picot en place au cours du soudage, des broches qui tombent d'elles-mêmes dès que la platine est retournée côté « soudures » ou pire encore, qui se comportent comme des chicots pourris après soudage. Essayez de le garder à sa place du bout du doigt, vous serez récompensé par une belle ampoule, utilisez une pincette, le picot n'est pratiquement jamais positionné correctement, et ainsi de suite. Nous l'avons appris par expérience, il est bon de percer,

pour les picots, des orifices d'un diamètre légèrement inférieur à celui du picot - de cette façon, une fois mis en place, le picot reste parfaitement en place avant et pendant le soudage. Cependant, cela requiert une pression mécanique un peu plus importante pour forcer le picot en place de sorte que disposer d'un outil adéquat peut éviter bien des malheurs. Inutile d'envisager d'utiliser une pincette, la force nécessaire est trop importante. Pour autant que nous le sachions, il n'existe pas d'outil commercial conçu spécialement à cet effet. Allons, un peu d'imagination, nous allons faire notre propre outil d'insertion de picots. Essayez de mettre la main sur un vieux tournevis ou une lime

arrivée en fin de vie. Sciez (et limez) le métal de l'axe du tournevis ou de la lime aussi droit que possible et percez un trou longitudinal d'un diamètre à peine supérieur à celui du picot mais suffisamment profond pour que la collerette du picot repose sur le bord de l'outil une fois ce dernier inséré dans le trou. Le picot est inséré dans l'outil et maintenu en place de l'angle ou du bout du doigt. L'outil permet de bien tenir le picot et d'exercer une force d'insertion importante. Si vous utilisez une vieille lime, pensez à la recouvrir d'un morceau de gaine thermorétractable, ceci vous éviter de vous blesser la main au cas où vous glisseriez.

(060062-1)



Luc Lemmens

Il peut toujours arriver qu'une carte à microcontrôleur que l'on vient juste de terminer ne fonctionne pas du premier coup ou qu'une carte qui a fonctionné des années durant rend l'âme sans raison particulière. Cela est bien souvent le début d'une quête pénible à la recherche d'erreurs de soudage, de pistes interrompues ou, pire encore, court-circuitées, de composants défectueux, voire d'identifica-

Opérer par des NOP

tion de problèmes dus à un logiciel rétif.

Ce genre d'opérations peut prendre énormément de temps, surtout le microcontrôleur possède de la mémoire de programme interne et qu'il ne possède pas de bus d'adresse et de données accessible de l'extérieur. Si de plus on ne sait rien du fonctionnement du programme, le sourire a vite fait d'être remplacé par une grimace ! En règle générale les problèmes sont moins dus au logiciel qu'au matériel. Si le microcontrôleur possède un bus d'adresses/de données externe on dispose d'un levier (« Qu'on me donne un point d'appui et je soulèverai la Terre » aurait dit, à ce qu'il paraît, Archimède). Un oscilloscope permet d'identifier assez rapidement des parasites sur le bus d'adresses : on ne doit y trouver que des signaux rectangulaires bien « propres », contrairement à ce qui est le cas du bus de données où l'on découvre également des « demiveaux » lorsque les lignes de données se trouvent à l'état « tri-state » (haute impédance). Si maintenant on s'aperçoit qu'une ligne d'adresse s'avère inerte, à quoi cela tient-il, est-ce le microcontrôleur qui est défectueux

ou est-ce un domaine d'adresses non utilisé par le logiciel ? Ceci est encore plus vrai pour les lignes de sélection, telles que CS (*Chip Select*) et OE (*Output Enable*) qui subissent un codage depuis le bus d'adresses et qui assurent la communication avec des périphériques (*hardware*) externe. Nous avons souvent affaire, à ce niveau, à des réseaux combinatoires (le cas échéant sous forme de PAL ou GAL) qui ne fonctionnent peut-être pas correctement, mais pour lesquels il est difficile de déterminer quelle sortie doit être active et quand. Cependant il est dans bien des cas facile de résoudre ce problème en forçant le contrôleur à exécuter un programme qui balaie la totalité de la plage d'adresse. Le plus souvent, il prend la forme du programme le plus simple que l'on puisse imaginer : ne rien faire. Nous remplissons la totalité de la mémoire de programmes d'instructions NOP (**No OPeration**) ce qui n'empêche pas le compteur ordinal de passer en revue, l'une après l'autre, toute la plage d'adresses. La ligne d'adresse de poids faible, A0, présente la fréquence de commutation la plus élevée, la ligne A1 ayant une fréquence 2 fois plus faible, A2 encore

2 fois plus faible, etc. De plus, sur la plupart des circuits, toutes les lignes CS et autres OE s'activent, de sorte qu'il est également possible d'en vérifier le fonctionnement à l'aide d'un oscilloscope. Ceci permet déjà de vérifier que l'adressage de la platine est correct, condition sine qua non du fonctionnement d'une carte à microcontrôleur.

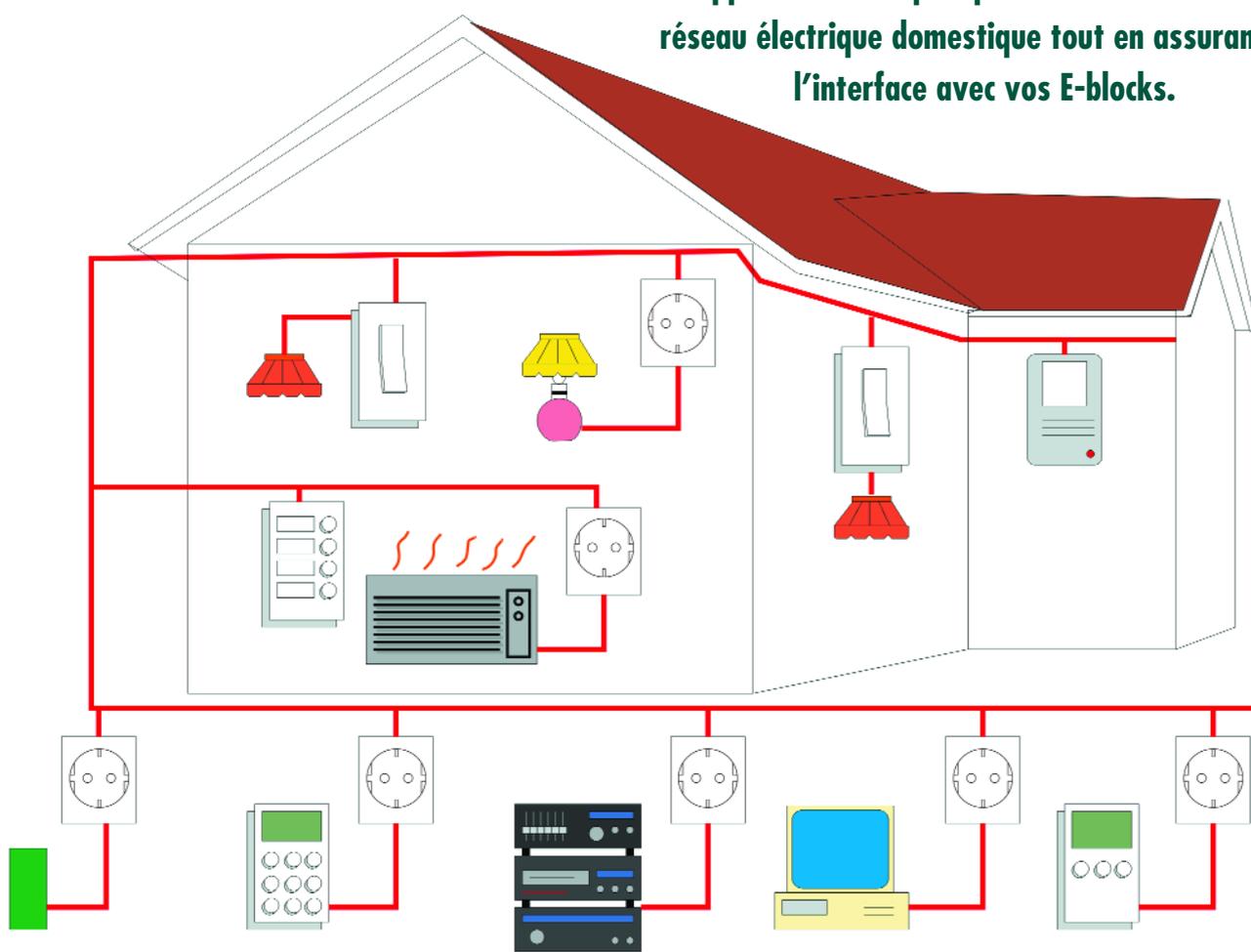
Attention : certains systèmes utilisent un chien de garde (*watchdog*) externe, circuit intégré chargé de la réinitialisation du microcontrôleur si ce dernier ne réagit par correctement à intervalle régulier. Il peut se faire que ce genre de circuit empêche une exécution du programme de NOP; le contrôleur reçoit un ordre de réinitialisation avant que le programme n'ait pu passer la totalité de la plage d'adresse en revue. Il faut dans ce cas-là déconnecter la broche de réinitialisation (*reset*) du microcontrôleur et l'activer par le biais d'un réseau R/C POR (*Power On Reset*) standard (cf. la fiche de caractéristiques du contrôleur concerné), ou déconnecter momentanément l'entrée de déclenchement du chien de garde et la relier à une ligne d'adresse de poids faible, A0 par exemple.

(060072-1)

E-blocks et protocole

John Dobson

Pour nombre de nos lecteurs, la domotique est devenue un sujet plein d'intérêt. Dans cet article, nous allons expliquer comment tirer avantage du protocole X10 pour commander à distance des appareils électriques par le canal des fils du réseau électrique domestique tout en assurant l'interface avec vos E-blocks.



X-10 est, à l'origine, la marque attribuée à une série d'appareils fabriqués, dans les années 70, par une petite firme écossaise du nom de Pico Technology. Le but était de faire circuler sur les fils de distribution électrique de la maison des signaux de commande d'appareils divers tels que lampes, chaufferettes, chaîne hi-fi etc. Depuis lors, la firme a développé d'autres

moyens de communication, par Internet ou radiofréquences, par exemple, mais ici, nous allons nous concentrer sur la transmission par les câbles de l'installation électrique existante.

L'illustration vous montre le principe du système qui, à l'instar des CPL (courants porteurs en ligne), permet de commander à distance, au départ d'un poste de pilotage, une large gamme

d'appareils électriques par les fils mêmes sur lesquels ils sont branchés, en intercalant des commutateurs appropriés.

Modules X10

La manière la plus simple de se lancer dans le X10, c'est d'acheter dans le commerce des modules tout faits.

le X10

La modularité dans la domotique

Aucun travail de conception, vous vous procurez simplement un central de télécommandes et des commutateurs ad hoc. La **figure 1** illustre l'exemple de deux appareils X10, ceux-ci sont adaptés au marché européen, un module interrupteur et un autre, un luminaire avec module gradateur. Il en existe évidemment pour les pays de l'Europe continentale, avec les prises et des fiches conformes aux normes nationales. Rappelons que les prises de courant de France et Benelux sont différentes des normes du Royaume-Uni ou des États-Unis, mais aussi d'Italie, de Suisse ou encore d'Allemagne. La gamme d'appareils est large, vous pouvez acheter des thermomètres X10, des commandes de moteur, des sonnettes de porte à distance, etc. Disponible aussi sur le marché, un éventail de commandes pour un interrupteur mural de luminaire, un tableau à commutateurs multiples et jusqu'à des systèmes pilotés par le PC. Autre avantage, ces appareils ne sont pas tellement chers, une prise murale pour télécommander un appareil de 2 000 W coûte une trentaine d'euros.

Un brin de technique

Au fait, ça marche comment ? L'unité d'émission transmet une salve d'une porteuse basse tension à 120 kHz et l'envoi sur le câblage de l'installation électrique domestique, dans une plage temporelle favorable, à peu près au moment du passage par zéro de la tension du secteur. L'extraction des données se base sur la présence ou l'absence de la salve à ce moment bien défini. Ici, on représente un « 1 » binaire par une salve, peu après le passage par zéro du secteur, et un « 0 » binaire se déduit de l'absence de salve de 120 kHz à cet instant. La **figure 2** vous montre comment former le code binaire 10010 selon ce protocole. Remarquez que pour rendre le X10 compatible avec un réseau triphasé, il faut répéter la salve de 120 kHz, déphasée de 120 degrés, sur chaque alternance, aux environs de son passage par zéro, mais nous n'allons pas

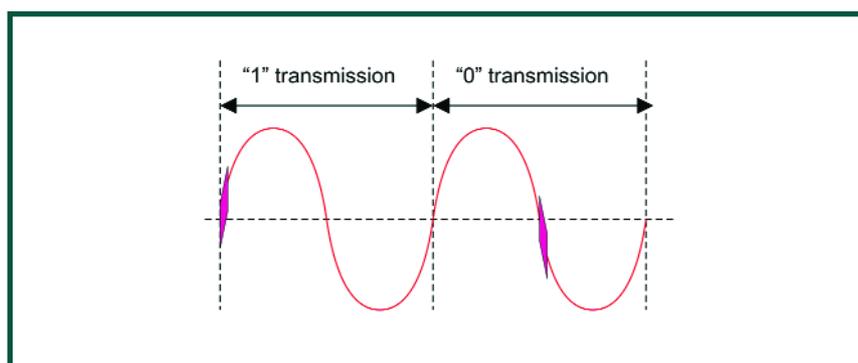


Figure 1. Modules de commutation marche/arrêt et d'allumage de lampe.

nous compliquer la vie pour cela. Il est clair qu'au départ, on doit trouver ses marques dans la structure de la transmission. Aussi, tous les messages commenceront par une trame de synchronisation sous la forme de la séquence « 1110 », un motif qui n'intervient plus jamais dans aucune partie du paquet de données. Et ça marche

parce que toutes les transmissions suivantes se font sous la forme de paires en complément à deux et qu'un cycle complet est utilisé pour chaque bit de données. De cette manière, vous allez transmettre 10 pour un bit de données « 1 » et 01 pour une donnée « 0 ». Maintenant que nous savons comment envoyer les bits, il nous faut voir com-

Figure 2. La transmission de 10010 en binaire.



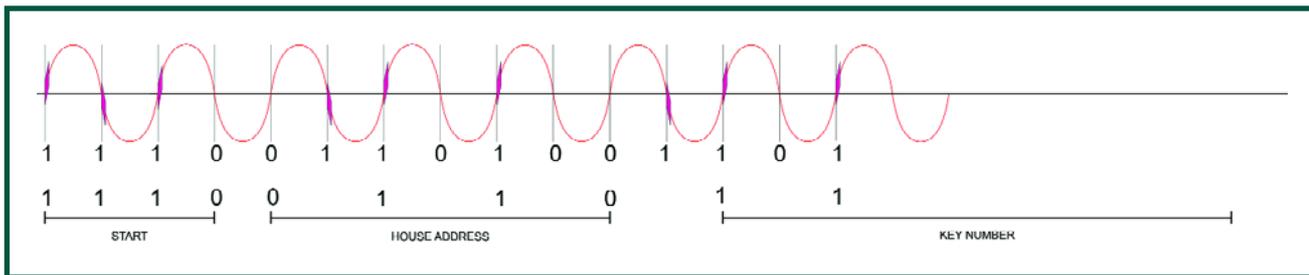


Figure 3a. Dans une trame de données en X10, les 9 premiers bits du message.

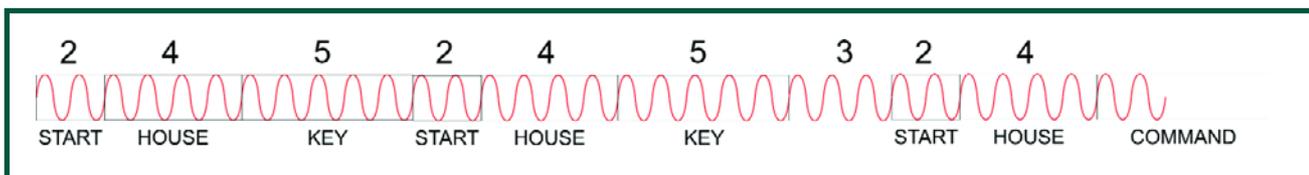


Figure 3b. Un paquet complet de données réparties sur 47 cycles.

ment structurer le paquet global. Les bits de données sont transmis en deux groupes de 9 bits. Dans le premier groupe de 9, les quatre premiers désignent le code du domicile (de A à P) et les cinq autres, le code attribué à l'appareil. Vous le voyez à la **figure 3a**.

Comme les 9 bits de données sont acheminés avec leur complément, la trame X10 de base prend 22 bits, soit 11 cycles de l'onde du secteur.

Le second groupe de 9 bits comporte aussi le code de la maison ainsi que

5 bits de code de commande pour définir la fonction que l'appareil devra exécuter. Pour améliorer l'immunité au bruit du système, chaque trame est transmise deux fois, avec une pause de trois cycles intercalée. De la sorte, le paquet complet totalise quatre trames

Tableau 1. Panorama des adresses/numéros/instructions X-10.

Adresses		Numéros					Instructions				
A	0 1 1 0	1	0 1 1 0 0	All units Off					0 0 0 0 1		
B	1 1 1 0	2	1 1 1 0 0	All Lights On					0 0 0 1 1		
C	0 0 1 0	3	0 0 1 0 0	On					0 0 1 0 1		
D	1 0 1 0	4	1 0 1 0 0	Off					0 0 1 1 1		
E	0 0 0 1	5	0 0 0 1 0	Dim					0 1 0 0 1		
F	1 0 0 1	6	1 0 0 1 0	Bright					0 1 0 1 1		
G	0 1 0 1	7	0 1 0 1 0	All Lights Off					0 1 1 0 1		
H	1 1 0 1	8	1 1 0 1 0	Extended code					0 1 1 1 1		
I	0 1 1 1	9	0 1 1 1 0	Hail request					1 0 0 0 1		
J	1 1 1 1	10	1 1 1 1 0	Hail Acknowledge					1 0 0 1 1		
K	0 0 1 1	11	0 0 1 1 0	Preset Dim					1 0 1 X 1		
L	1 0 1 1	12	1 0 1 1 0	Extended data (analogue)					1 1 0 0 1		
M	0 0 0 0	13	0 0 0 0 0	Status = on					1 1 0 1 1		
N	1 0 0 0	14	1 0 0 0 0	Status = off					1 1 1 0 1		
O	0 1 0 0	15	0 1 0 0 0	Status request					1 1 1 1 1		
P	1 1 0 0	16	1 1 0 0 0								

et se présente comme à la **figure 3b**. Dans le paquet de données, 5 bits sont utilisés comme code identifiant ou comme ordre à exécuter. Le code d'appareil désigne une unité dans la maison (1 à 16). Les codes de fonction fournissent des instructions à cette unité. Le **tableau 1** vous montre comment tout cela fonctionne.

Le code domiciliaire peut être compris entre A et P, ce qui permet à différents appartements ou maisons voisines d'utiliser le X10 sur la même phase du courant distribué dans le quartier. Le code identifiant permet d'adresser spécifiquement un système branché sur votre installation électrique, un parmi seize, pour lui donner un ordre tel que ceux repris dans le tableau.

Remarquez dans la figure 1 les deux roues codeuses par lesquelles vous opérez la sélection. Le disque rouge est un commutateur rotatif à 16 positions pour fixer l'adresse domiciliaire (A à P) et la roue bleue fait de même pour le numéro (1 à 16) d'identification octroyé à l'appareil.



Figure 4. L'interface de commande XM10U Power Line sur le site web de Simply Automate.

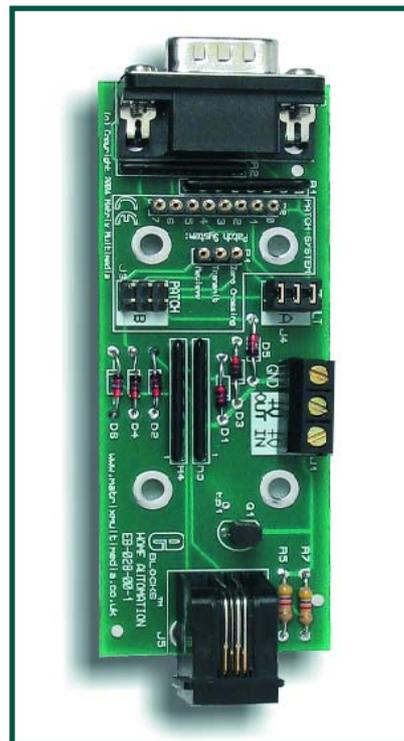


Figure 5. L'interface X10 en E-block.

Notre solution

Nous pourrions ici décrire l'architecture pratique de l'émetteur et du récepteur X10, mais vu leur prix abordable dans le commerce et les implications de sécurité en présence de la tension du secteur, nous allons plutôt examiner en détail comment mettre au point pareil système pour obtenir rapidement des communications X10 fiables. Partons d'une interface existante : en Grande-Bretagne, une interface Power Line Controller s'appelle XM10U, mais son équivalent américain (en 115 V 60 Hz !) est le TW523, tandis que sur le continent européen, il s'agit du **XM10E**.

Tout comme son frère d'Outre Manche, le XM10E est équipé d'une interface série TTL (et CMOS) qui se connecte sans souci à une carte E-block X10, comme le montre la **figure 5**, en utilisant un simple raccord téléphonique RJ11, que l'on retrouve en haut de la figure 4. Un XM10E coûte une quarantaine d'euros.

L'interface des E-blocks contient la circuiterie adéquate pour protéger votre microcontrôleur des pics et transitoires du XM10E. La **figure 6** vous montre l'assemblage des E-blocks que nous avons utilisés :

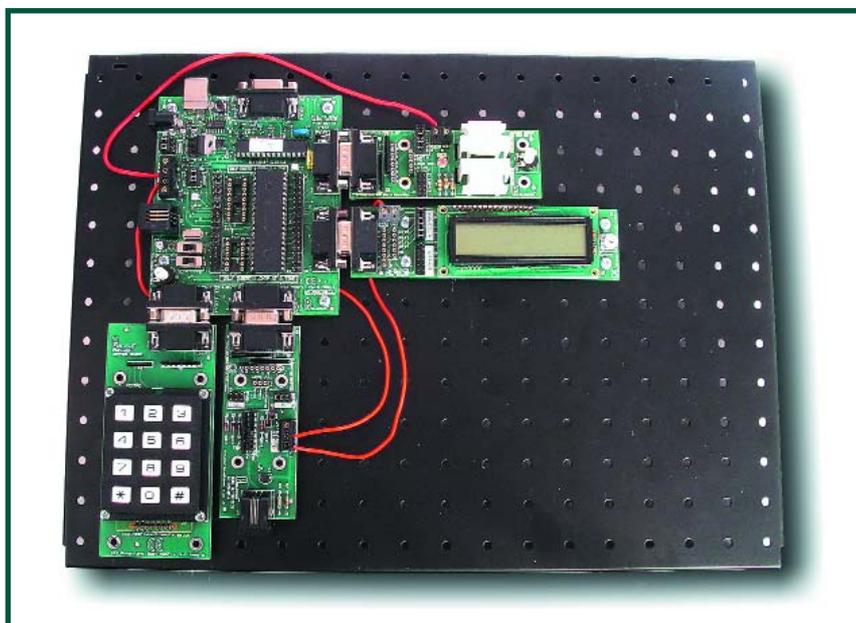
- un écran LCD sur le port B ;
- le module X10 sur le port C ;
- un clavier sur le port D.

Pour débiter, nous allons construire un interrupteur électronique simple qui mesure la clarté ambiante à l'aide du capteur sur carte et allume à distance

un luminaire dès qu'il fait sombre. Pour commander le module X10, j'ai pu obtenir un bout de programme en C qui assurera la communication avec le X10, il compte trois routines de base :

```
X10_Initialize()
X10_SetAddress(char house_code,
```

Figure 6. Le prototype du système X10 en E-block.



- un μ C PICmicro 16F877A ;
- une carte à capteur sur le port A ;

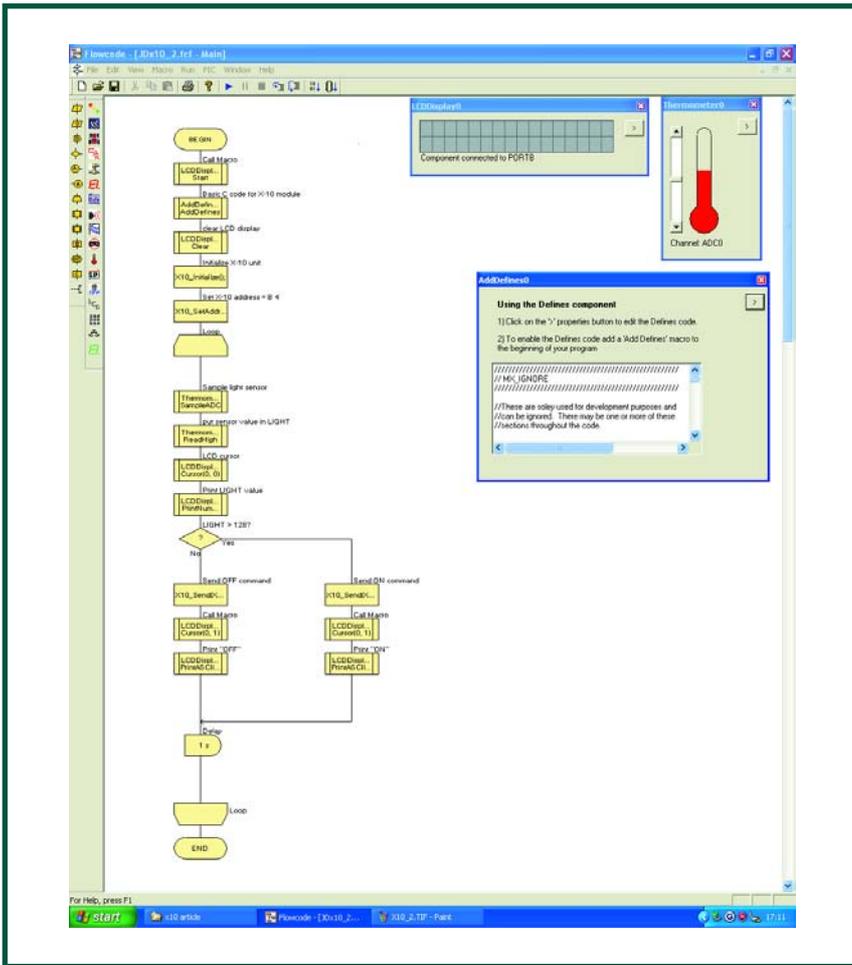


Figure 7. La gamme actuelle d'interrupteurs électroniques X10.

```
char unit_code)
X10_Send(char function_code)
```

Ce bloc de code C s'occupe de toutes les tâches requises par la couche de base des communications sous protocole X10, donc les différentes routines, celle qui scrute le point de passage par zéro du secteur, l'émission du code de départ et celui d'arrêt, le transfert de données, etc. Cependant, si les trois routines mentionnées vont nous permettre la supervision complète du protocole X10 pour l'émission des commandes, il manque le code pour la réception des commandes X10, nous y reviendrons plus tard. La manière de procéder avec le X10 consiste à initialiser l'unité de communication, fixer l'adresse de la maison et celle de l'appareil et transmettre le code de fonction.

Que la lumière soit

Comme exemple de mise en application de la commande par X10, nous

allons construire un allumage automatique de lampe avec la carte à capteur photoélectrique en E-block. Mais auparavant, un peu de C et de Flowcode. Comme nous l'avons vu dans un précédent article (Elektor décembre 2005), il est possible d'inclure du C dans le code en utilisant l'icône C (ou pictogramme), puisque Flowcode traduit d'abord en C, avant compilation en code objet pour le PICmicro. Mais si vous incorporez simplement le code C dans l'ordinogramme (Flowchart), ces instructions en C ne seront disponibles pour être exécutées qu'en cet endroit précis. Ce qu'il nous faut pour faire fonctionner le système X10, c'est le moyen d'inclure un grand morceau de C avec des routines que l'on peut appeler de différents points du programme. On obtient alors une bibliothèque de commandes faciles à utiliser. On y arrive en utilisant les possibilités de #DEFINES en Flowcode. #DEFINE est un protocole C qui définit des constantes auxquelles on peut

accéder à loisir dans un programme en C. Cela nous permet aussi d'introduire un bloc de C qui contient des routines et qui sera compilé en tête du code de programme en C. On doit le faire en deux étapes. D'abord, on ajoute la composante #DEFINE dans la zone de travail et l'on colle le code C sélectionné dans la fenêtre de texte. Ensuite, on place #DEFINES Macro dans l'ordinogramme de manière à ce que le compilateur prenne en compte le code C.

Voici l'explication de tout l'ordinogramme.

La première icône est le #DEFINE macro dont nous venons de parler. Nous trouvons ensuite les icônes pour effacer l'écran LCD, initialiser le module X10, fixer B 4 comme adresse X10 et entrer dans la boucle sans fin. Dans cette boucle, on échantillonne le canal 0 du convertisseur A/N, sur lequel est branché le photocapteur, ensuite on en extrait les huit bits de poids fort pour les mettre dans la variable LIGHT, on positionne le curseur de l'écran LCD et enfin on affiche la valeur de l'illumination pour savoir combien elle vaut. Si elle est supérieure à 128, c'est que le niveau lumineux est faible. En effet, le capteur est la moitié inférieure d'un diviseur de tension et sa résistance augmente quand le niveau de lumière baisse, si bien que la tension sur la broche du CAN, et donc la valeur de la variable LIGHT, s'élève si la lumière diminue. Si le niveau lumineux est bas, un message X10_ON est transmis pour allumer la lampe et l'écran LCD affiche ON. À l'inverse, si nous détectons moins de 128, la luminosité est élevée et la lampe s'éteindra. On a prévu un délai d'une seconde pour s'assurer d'avoir le temps d'expédier le message X10.

La totalité du programme, y compris le code C, est disponible gratuitement au téléchargement sur le site l'Elektor. Le nom de l'ordinogramme est **JDX10_2.fcf** et le numéro de fichier est **065033-11.zip**.

Ce programme d'essai devrait suffire à celui qui désire réaliser chez lui un système de commande par X10. Si une demande sensible se manifeste, nous pourrions obtenir un composant X10 particulier en Flowcode. Donnez-nous votre avis sur le Forum d'Elektor.

(065033-1)

Liens

- www.letsautomate.com
- www.simplyautomate.co.uk
- www.intellihome.be

Hexadoku

Puzzle pour les électroniciens

Nous ne pouvons nous arrêter en si bon chemin. Voici, votre hexadoku du mois de juin. Sa résolution (manuelle) vous donnera quelques heures de réflexion. Participez et gagnez l'un des jolis prix.

Les instructions pour la résolution de ce puzzle sont enfantines. Le Hexadoku utilise les chiffres du système hexadécimal, à savoir de 0 à F. Remplissez le diagramme de 16 x 16 cases de façon à ce que **tous** les chiffres hexadécimaux de 0 à F (0 à 9 et A à F) ne soient utilisés **qu'une seule et unique fois** dans chaque rangée, colonne et

carré de 4 x 4 cases (identifiés par une ligne plus grasse). Certains chiffres sont déjà placés dans le puzzle et en définissent ainsi sa situation de départ. La solution de ce puzzle vous permettra de gagner un joli prix. Il vous suffit de nous envoyer la **série de chiffres** en grisé.

(065054-1)

Les gagnants

La bonne solution de l'Hexadoku du numéro 334 est : **CDA48**
Le gagnant du **E-blocks Starter Kit Professional** est : **M. René**
(Le Mercier - 22580)

Où envoyer ?

Envoyez votre réponse (les chiffres de la section grisée) par E-mail, télécopie ou courrier avant le **25 juin 2006** à

Elektor c/o Regus Roissy CDG
Le Dôme
1, rue de la Haye
BP 12910
01.49.19.26.19
95731 Roissy CDG
Email: hexadoku@elektor.fr

Tout recours légal est exclu de même que le sont les personnels de Segment B.V. et leur famille.

Les **3 bons Elektor** d'une valeur de **€50**

chacun vont à :

J. Kopf (67800),

J.-M. Cathelain (62217)

et **R. Tanguy** (95320)

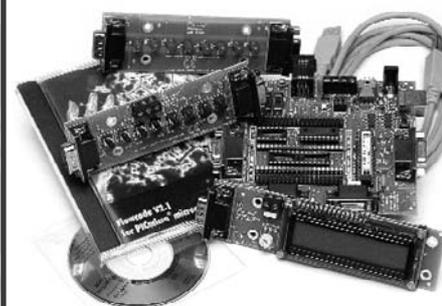
Nos félicitations aux lauréats !

2		6		9	8		E		5	D			A		B
	F	3	B	7	D					9		6	8		
	A	D			3	4	1		0				C		E
0	5					C			F	3	8		D	4	
3	7					6			8	E	5	9		C	
			C				5	1	2				F		8
9	4					1	7	3	D		F		5		
1		B	5		4				6			9	7		2
6		9	3	1	7		0	D		F		E			5
5	2	7	0	E		B		9		8					
B	8	1	A					C	2	7			4		
	D		E	A	5		3	C				6	8		9
A	B	0		2			9						D	4	
4				5	B	A	6						C	0	
E	3	C						8			0		9	5	6
	6	5				3	D						E		F

Participez et gagnez !

Nous tirerons au sort l'une des réponses correctes qui nous seront parvenues; son auteur recevra un

E-blocks Starter Kit Professional



d'une valeur de **€ 365,75**;

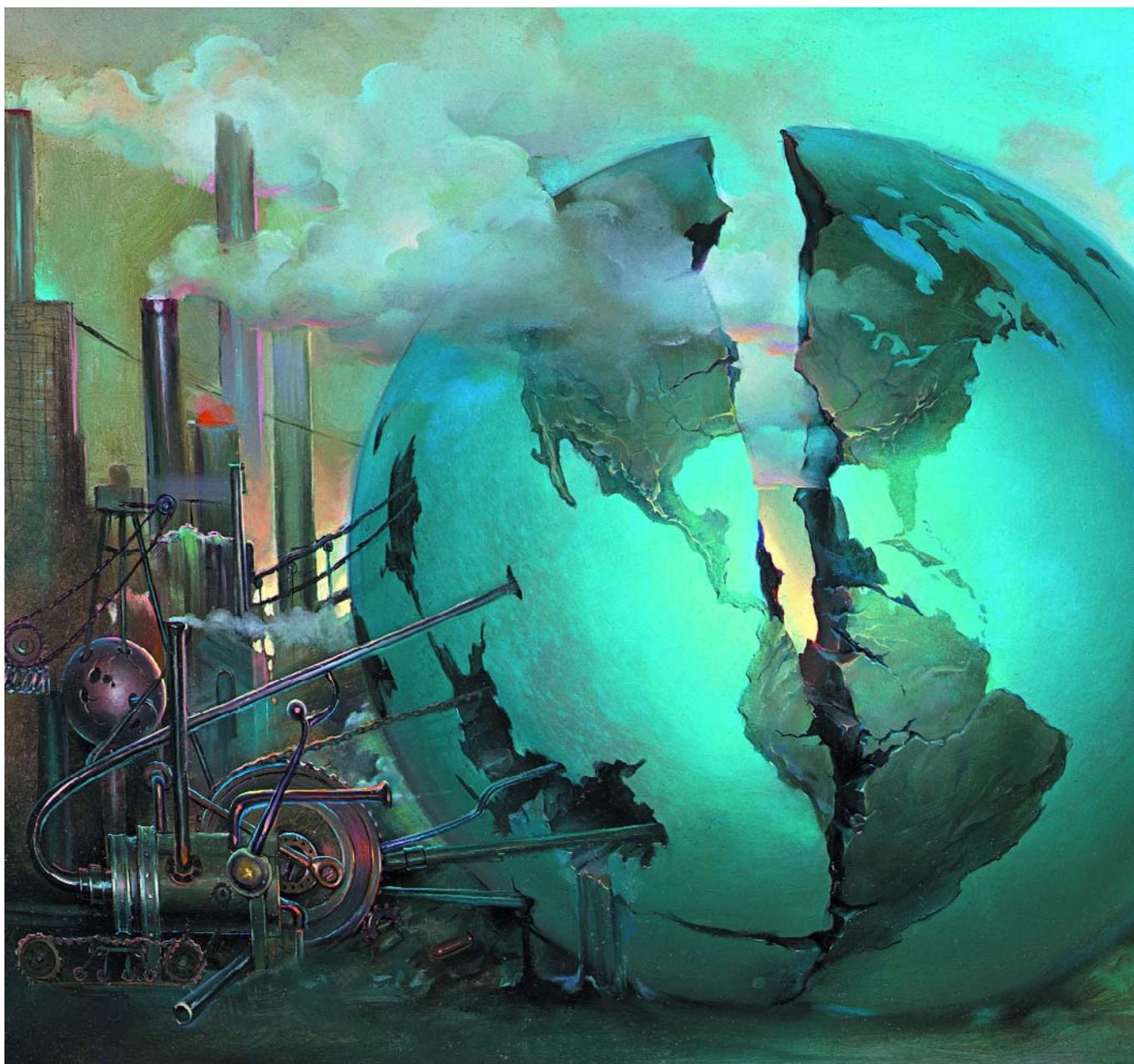
nous offrirons en outre

3 bons Elektor

d'une valeur de **€ 50,-**

chacun. Faites vos jeux !

Masse en étoi



Karel Walraven

On est en droit de supposer que tout électronicien sait de quoi il retourne pour des notions telles que masse, ligne de terre et sécurité par mise à la terre. Il n'en reste pas moins que ces notions constituent l'un des plus grands mystères de l'électronique. Voyons ce qu'il en est...

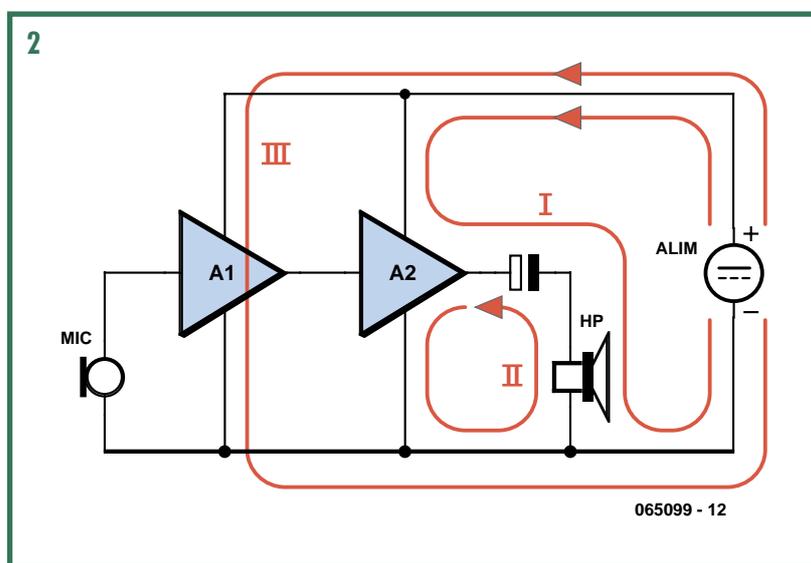
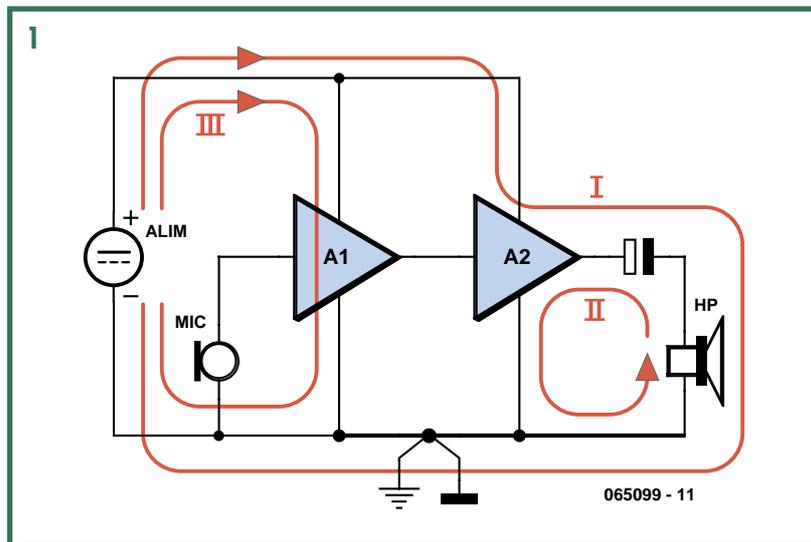
le

Forcer les courants dans le sens correct

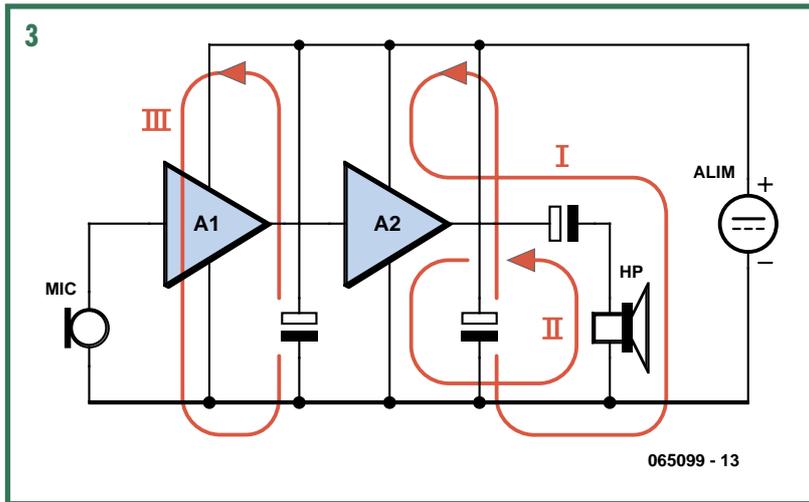


Illustration "Split World" reprise avec autorisation de John Pitre (www.johnpitre.com)

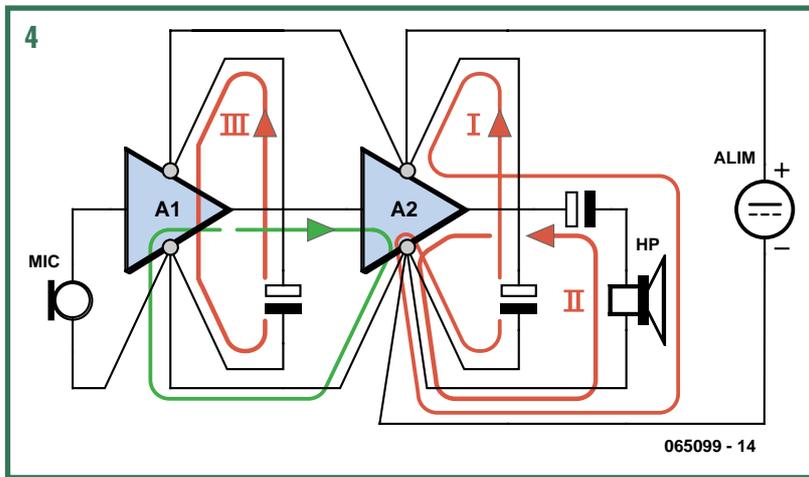
Vous n'aurez pas manqué de constater que la race humaine se trouve, normalement, avec les deux pieds sur terre. Même dans le monde ésotérique on parle constamment de « terres ». Le pire qu'il puisse vous arriver est de ne plus être en contact avec la terre, vous êtes alors le jouet des éléments qui nous environnent. Heureusement que la situation est, dans la pratique, bien moins dramatique. La montée au sommet de la Tour Eiffel ne présente pas le moindre risque et voler très haut dans le ciel à destination de pays lointains ne devrait guère poser de problème. Nous pouvons en déduire que peu



importe l'endroit où l'on se trouve, pourvu que l'environnement soit stable. Il en va de même dans le monde de l'électronique lorsqu'il s'agit de la notion de masse. Par ce terme de masse nous désignons un point choisi de façon plus ou moins aléatoire dans un circuit. Pour ne pas trop compliquer les choses on utilise le plus souvent la ligne d'alimentation négative ou un point situé à mi-chemin entre les tensions d'alimentation positive et négative. Nous supposons, de façon simpliste, que ce point de masse constitue un point de référence solide, stable et constant. Ah si cela pouvait être vrai...

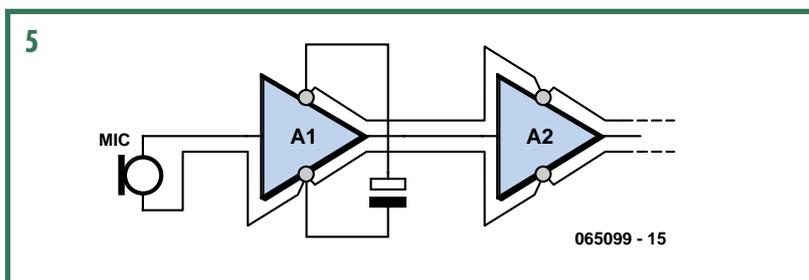


065099 - 13



065099 - 14

La **figure 1** nous propose un exemple extrêmement simple qui pourra nous aider à comprendre ce qui se passe. Nous y découvrons une source de signal (Micro), un pré-amplificateur A1, un amplificateur, A2, attaquant un haut-parleur et, pour finir, une alimentation (Alim). Il comporte également un symbole de masse, le trait horizontal en gras. Nous supposons avec certitude ou de façon aléatoire que le simple fait de placer ce symbole a pour conséquence de mettre tous les composants qui y sont reliés comme d'un coup de baguette magique au même potentiel, quoi qu'il puisse se passer dans l'univers qui nous entoure. La réalité est toute autre. Il n'y a pas la moindre raison logique de parler de potentiels vu que l'on se trouve en présence de courants et de tensions ne cessant de varier, le processus est dynamique. La ligne de masse elle aussi est sujette à des variations et tout ce que nous pouvons faire est de faire en sorte, par une conception intelligente tant du schéma que du circuit, que ces chan-



065099 - 15

gements soient les plus faibles possibles. Les choses ne vont pas en s'arrangeant lorsque nous ajoutons un autre symbole : celui d'une terre. Ceci garantit une stabilité de roc du circuit, non ? Nous venons ainsi, n'est-ce pas, de le relier à tout ce qui nous entoure ! Et de plus par le biais d'une barre conductrice qui s'enfonce dans le sol. Dommage, mais cela ne nous amène pas plus loin. Si les fleurs aiment être mise en terre, cela ne rend pas notre électronique plus stable.

Il faut se convaincre que le placement d'un symbole de masse n'a aucun effet sur la réalité des faits et que son seul but est de permettre de mieux saisir le circuit. Il peut naître (lire en fait : il naît), sur les lignes de signal, des signaux gênants; la ligne de masse n'est qu'une piste de cuivre de sorte qu'il n'est pas surprenant qu'il puisse y naître ce même type de signaux gênants. Essayez d'oublier qu'un circuit requiert une « terre » ou une « masse ». Il existe nombre d'appareils alimentés par pile qui, bien que totalement « flottants », fonctionnent parfaitement. Nous ne sommes plus, maintenant, en contact avec la « terre », nous flottons. Toutes les liaisons de la figure 1 présentent une résistance ohmique, possèdent une certaine self-inductance et ont de plus une certaine capacité relative les unes par rapport aux autres, il s'agit de connexions non idéales telles qu'elles existent dans la réalité. Le courant variable (musique) qui circule dans le haut-parleur produira des tensions variables dans la liaison par laquelle il circule. Par conséquent la tension d'alimentation de A1 et A2 en est influencée et comme le courant passe également par la masse, la masse au niveau du pôle négatif de l'alimentation n'est pas identique à la masse des bornes du haut-parleur. Que cela puisse être source de problèmes est le plus évident au niveau de l'entrée micro qui est très sensible. Il circule du courant par la liaison de masse, ce qui se traduit par des tensions qui se trouvent ajoutées au signal du micro et amplifiées avec lui.

Ce sont les courants qui posent des problèmes.

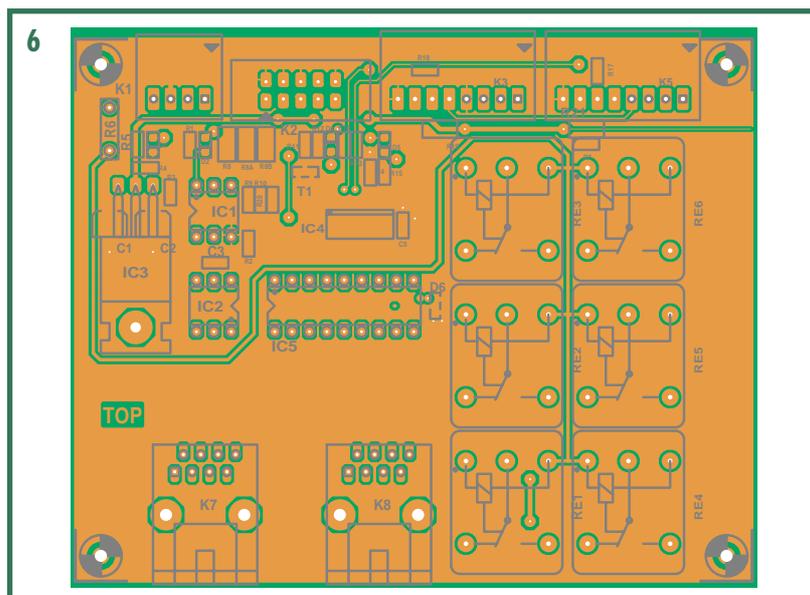
Faites une copie du schéma et dessinez-y les courants les plus importants. Nous allons redessiner le schéma en essayant d'isoler les courants du mieux possible. Le simple fait de déplacer les points de connexion de l'alimentation nous avance déjà un bon bout, le micro n'étant plus sous l'influence du courant à travers le haut-parleur (**figure 2**). On voit également l'importance d'un condensateur de découplage, les courants variables restant alors localisés, cessant de « se promener » à travers l'ensemble du circuit (**figure 3**). Nous obtenons finalement un schéma à lignes d'alimentation en étoile, car les influences entre les différents éléments deviennent ainsi minimales (**figure 4**). Il ne circule plus, sur le trajet de signal entre les 2 amplis op par exemple (de couleur verte), de courant d'alimentation néfastes. Si vous avez procédé à cet exercice, vous êtes en fait prêt pour le dessin de la platine à partir du schéma redessiné. Veillez, sur votre dessin des pistes, à réduire au maximum la taille de toutes les boucles (**figure 5**).

Comme nous le soulignons dans l'article « Dessin de platines » du numéro 319 (janvier 2005, page 62 et suivantes), chaque circuit imprimé est un compromis. Lorsque l'on doit choisir entre un trajet de signal ou une autre piste, il

est évident qu'il faut donner la priorité aux pistes véhiculant des signaux. Inutile peut-être de le signaler, mais la piste de retour est elle aussi un trajet de signal; essayez toujours de repérer les boucles de courant de signal. Dans notre exemple, le trajet de retour de signal est, « par hasard », la masse, nombre de concepteurs optant pour cette approche parce qu'elle facilite la réflexion et les mesures. Il est toujours bon, dans le cas d'une platine double face, de faire de l'une des faces, un plan de masse. Mais même dans ce cas-là il ne faut pas laisser tomber le principe de la masse en étoile et si le besoin s'en fait sentir, d'adopter des surfaces de masse séparées (**figure 6**). Il ne faut cependant pas exagérer, des surfaces de masse séparées pouvant se comporter comme des antennes, le remède étant alors pire que le mal.

Terre de protection et blindage

Dans le cas d'appareils de classe I le circuit est relié à la terre. On s'assure ainsi de l'absence de tensions dangereuses sur quelque partie accessible du circuit que ce soit. Prenez toujours vos précautions car il peut circuler des courants importants. Attention également au blindage des liaisons. Concevez votre platine de manière à ce que ces courants élevés ne se promènent pas un peu partout et n'importe où. Par conséquent : une surface de masse distincte pour la terre de protection et les blindages, et une autre servant de masse pour le circuit. Il faut bien entendu que les deux soient interconnectées galvaniquement, mais en un seul point pour éviter la circulation



de boucles de courant. La figure 6 donne l'exemple, tous les connecteurs se trouvent sur une surface de masse, le point en étoile se situant au niveau du régulateur, et, à partir de là, une surface pour le μ P et une surface pour l'ensemble de puissance (les relais).

(065099-1)

LE GAMEBOY EN CENTRAL DOMOTIQUE

La solution la plus évidente, si l'on veut automatiser son environnement ou une habitation, est d'utiliser un petit automate programmable (PLC = Programmable Logic Controller). L'un des inconvénients de cette approche est que le confort de mise en oeuvre d'un PLC est très relatif. C'est la raison du choix d'un Gameboy pour remplir cette fonction. Il suffit de quelques platines de support pour faire d'un Gameboy le coeur d'un système de réseau (domestique) ou d'un dispositif d'alarme. La programmation se fait directement sur le Gameboy par le biais d'un logiciel Windows confortable. Nous aborderons les aspects matériel et logiciel et vous proposerons différents exemples pratiques.



NUMÉRO DOUBLE 2006

PLUS DE 100 MONTAGES, IDÉES, ASTUCES

Un numéro à ne pas rater ce numéro double d'été devenu une tradition chez Elektor, avec plus de 100 articles ayant trait à l'électronique. Nos rédacteurs et concepteurs ont à nouveau rassemblé un grand nombre de projets électroniques intéressants, tels qu'applications de nouveaux circuits intégrés, montages modulaires, astuces logicielles et trucs facilitant le développement.



QUELQUES-UNS DES PROJETS PROPOSÉS :

- Testeur de servo RC
- Ampli audio 200 W
- Compteur Geiger-Müller
- Platine de programmation pour le R8C
- Contrôleur de LCD
- Majordome de garage
- Ampli hybride pour casque d'écoute
- Adaptateur SCSI
- Régulation de tonalité paraphase
- R8Ckey
- Clé sans fil
- Émetteur FM à ampli op
- Flash-esclave
- Ampli de distribution phono
- Mise à niveau DRM
- Alarme laser
- Module d'E/S I²C pour Gameboy

Des raisons rédactionnelles impératives peuvent se traduire par un non-respect de cette avant-première du prochain numéro. Attention à ne pas le rater, car il devrait être en kiosque à partir du 14 juin 2006.

WWW.ELEKTOR.FR WWW.ELEKTOR.FR WWW.ELEKTOR.FR

Le site Elektor - du sang neuf !

De par l'approche adoptée « **Projet par Projet** » lors de la construction, le visiteur de cette nouvelle mouture du site trouvera sur la même page, tout ce qui a trait à un projet donné : téléchargement de l'article au format .pdf, du logiciel, commande (platine et composants), mais aussi informations additionnelles et mises à jour.

Magazine : fait apparaître le sommaire du numéro le plus récent. Un clic sur le titre concerné permet de lire le début de l'article concerné.

Collection : Permet de remonter le temps grâce aux archives. Pour le moment, tous les articles depuis l'année 2000 sont téléchargeables, un moteur de recherche permettant de travailler par année et/ou par mot-clé.

Quoi de neuf sinon sur www.elektor.fr :

- Un Forum lecteur
- Petites Annonces Gratuites
- Nouvelles vous concernant
- Courriel Hebdomadaire Gratuit
- FAQ
- e-CHOPPE, pour tous vos achats

